EM 385-1-1

Capítulo 28

Montaje de Acero Estructural

Traducción de cortesía — la edición oficial y la única con validez es la edición en inglés del U.S. Army Corps of Engineers (15 de marzo de 2024). En caso de diferencia, prevalece el texto en inglés.

28-1. Referencias.

29 CFR 1926 Subparte R, Montaje de Acero Estructural (Steel Erection) (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2020-title29-vol8/pdf/CFR-2020-title29-vol8-part1926-subpartR.pdf)

28-2. Definiciones.

a. Bridging Anclado (Anchored Bridging). Bridging de viga de celosía de acero que está conectado a un punto terminal de bridging. (28-2.a)

b. Bridging Diagonal Atornillado (Bolted Diagonal Bridging). Bridging diagonal que está atornillado a una viga de celosía de acero o a varias. (28-2.b)

c. Clip de Bridging (Bridging Clip). Un dispositivo que se fija a la viga de celosía de acero para permitir atornillar el bridging a la viga de celosía de acero. (28-2.c)

d. Punto Terminal de Bridging (Bridging Terminus Point). Un elemento estructural (por ejemplo, un muro, una viga, vigas en tándem con todo el bridging instalado y una armadura horizontal en el plano del cordón superior) en un extremo o en un punto intermedio de una línea de bridging que proporciona un punto de anclaje para el bridging de la viga de celosía de acero. (28-2.d)

e. Zona Controlada de Colocación de Cubierta (Controlled Decking Zone, CDZ). Un área en la que ciertos trabajos (por ejemplo, la instalación y colocación iniciales de la lámina metálica) pueden llevarse a cabo sin el uso de sistemas de barandales, PFAS, sistemas de restricción de caídas o sistemas de redes de seguridad, y donde el acceso a la zona está controlado. (28-2.e)

f. Hueco en la Cubierta (Decking Hole). Un espacio o vacío de más de 2 pulgadas (5.1 cm) en su dimensión menor y menos de 12 pulgadas (30.5 cm) en su dimensión mayor en un piso, techo u otra superficie de tránsito o de trabajo. Los orificios preingenierados en la lámina celular (por ejemplo, para alambres y cables) no están incluidos en esta definición. (28-2.f)

g. Piso de Derrick (Derrick Floor). Un piso elevado de un edificio o estructura que ha sido designado para recibir las piezas de acero izadas antes de su colocación final. (28-2.g)

h. Bridging de Montaje (Erection Bridging). El bridging diagonal atornillado que se requiere instalar antes de soltar los cables de izaje de las vigas de celosía de acero. (28-2.h)

i. Larguero (Girt) (en edificios metálicos de sistema prediseñado). Un miembro con forma de «Z» o de «C» formado de lámina de acero que se extiende entre la estructura principal y apoya el material de los muros. (28-2.i)

j. Lámina Metálica (Metal Decking). Un panel metálico de grado estructural, laminado en frío, fabricado comercialmente y formado en una serie de nervios paralelos; esto incluye las láminas metálicas para pisos y techos, los techos metálicos de junta alzada, otros sistemas de techos metálicos, las rejillas de barras, la lámina antiderrapante, los paneles de metal expandido y productos similares. (28-2.j)

k. Aparejo de Izaje Múltiple (Multiple Lift Rigging, MLR). Un conjunto de aparejos fabricado por proveedores de aparejos de cable de acero que facilita la fijación de hasta cinco miembros independientes de tipos estructurales similares, separados por un mínimo de 7 pies (2.1 m), al aparejo de izaje de una grúa. (28-2.k)

l. Piso Permanente (Permanent Floor). Un piso estructuralmente completado a cualquier nivel o elevación, incluido el firme sobre el terreno. (28-2.l)

m. Ingeniero Estructural del Proyecto a Cargo (Project Structural Engineer of Record). El RPE responsable del diseño de la estructura de acero estructural y cuyo sello aparece en los planos de diseño estructural. (28-2.m)

n. Correa (Purlin) (en edificios metálicos de sistema prediseñado). Un miembro con forma de «Z» o de «C» formado de lámina de acero que se extiende entre la estructura principal y apoya el material del techo. (28-2.n)

o. Ajuste Firme (Snug Tight). Una condición que existe cuando todas las capas de una conexión han sido puestas en contacto firme por los pernos de la unión y todos los pernos de la unión han sido apretados lo suficiente para impedir que las tuercas se retiren sin el uso de una llave. (28-2.o)

p. Montaje de Acero Estructural (Steel Erection). La construcción, alteración o reparación de edificios, puentes y otras estructuras de acero, incluida la instalación de lámina metálica y de todo el entarimado utilizado durante el proceso de montaje. (28-2.p)

q. Viga de Celosía de Acero (Steel Joist). Un miembro secundario portante de alma abierta de 144 pies (43.9 m) o menos, diseñado por el fabricante, que se utiliza para apoyar pisos y techos. Esto no incluye las cerchas de acero estructural ni las vigas de celosía formadas en frío. (28-2.q)

r. Viga Maestra de Celosía de Acero (Steel Joist Girder). Un miembro primario portante de alma abierta, diseñado por el fabricante, utilizado para apoyar pisos y techos. Esto no incluye las cerchas de acero estructural. (28-2.r)

s. Cercha de Acero (Steel Truss). Un miembro de alma abierta diseñado con componentes de acero estructural por el ingeniero estructural del proyecto a cargo. Una cercha de acero se considera equivalente a un miembro estructural de alma llena. (28-2.s)

t. Acero Estructural (Structural Steel). Un miembro de acero, o un miembro hecho de un material sustituto (por ejemplo, fibra de vidrio, aluminio, miembros compuestos). Estos miembros incluyen, entre otros, vigas de celosía de acero, vigas maestras de celosía, correas, columnas, vigas, cerchas, empalmes, asientos, lámina metálica, largueros y todo el bridging y la estructura metálica formada en frío que está integrada con la estructura de acero estructural de un edificio. (28-2.t)

u. Edificio Metálico de Sistema Prediseñado (Systems-Engineered Metal Building). Un sistema de edificio metálico ensamblado en campo que consta de estructura, techo y recubrimientos de muros exteriores. Típicamente, muchos de estos componentes son perfiles formados en frío. Estas piezas individuales se fabrican en una o más plantas de manufactura y se envían al sitio de la obra para su ensamblaje en la estructura final. El diseño de ingeniería del sistema es normalmente responsabilidad del fabricante del edificio metálico de sistema prediseñado. (28-2.u)

28-3. Calificación y Capacitación Requeridas del Personal.

a. Una QP debe proporcionar la capacitación requerida por este capítulo. (28-3.a)

b. El empleador debe asegurar que se proporcione capacitación especial a los empleados que participan en las siguientes áreas: (28-3.b)

- (1) Aparejos de Izaje Múltiple (MLR). Capacitar a cada empleado que realiza MLR sobre la naturaleza y los peligros asociados con los izajes múltiples, y sobre los procedimientos y el equipo adecuados para realizar izajes múltiples (véase el capítulo 15).
- (2) Conexiones. Capacitar a cada empleado que realiza conexiones sobre la naturaleza y los peligros asociados con las conexiones, y sobre el establecimiento, el acceso, las técnicas adecuadas de conexión y las prácticas de trabajo requeridas por este capítulo y el 29 CFR 1926 Subparte R.
- (3) Caídas. Capacitar a cada empleado expuesto a peligros de caídas de acuerdo con el capítulo 21.

- (4) Zona Controlada de Colocación de Cubierta (CDZ). Capacitar a cada empleado que trabaja en CDZ sobre la naturaleza y los peligros asociados con las CDZ, y sobre el establecimiento, el acceso, la instalación adecuada y las prácticas de trabajo requeridas por este capítulo y el 29 CFR 1926 Subparte R.

28-4. Roles y Responsabilidades.

a. El Contratista Controlador debe: (28-4.a)

- (1) Desarrollar la secuencia de las actividades de montaje de acuerdo con el párrafo 28-7.a.
- (2) Proporcionar las notificaciones escritas de acuerdo con los párrafos 28-8.b y 28-8.m.
- (3) Asegurar una distribución adecuada del sitio de acuerdo con el párrafo 28-8.g.
- (4) Coordinar otros procesos de construcción de acuerdo con el párrafo 28-8.x.

b. Las Personas Competentes (CP) deben: (28-4.b)

- (1) Evaluar el equipo de arriostramiento de acuerdo con el párrafo 28-8.j.
- (2) Evaluar la necesidad de vientos o arriostramiento en las columnas de acuerdo con el párrafo 28-8.m.
- (3) Determinar los requisitos de atornillado de acuerdo con el párrafo 28-8.n.

c. Las Personas Calificadas (QP) deben: (28-4.c)

- (1) Proporcionar toda la capacitación requerida por este capítulo y de acuerdo con el párrafo 28-3.
- (2) Preparar los planes de montaje de acero de acuerdo con el párrafo 28-7.
- (3) Dirigir el uso de paquetes de calzas de acuerdo con el párrafo 28-8.m.
- (4) Diseñar medios alternos de estabilización de las vigas de celosía de acuerdo con el párrafo 28-8.s.
- (5) Aprobar el uso de vigas de celosía, vigas maestras, correas o largueros como anclaje de detención de caídas de acuerdo con los párrafos 28-8.s y 28-8.x.

d. El Ingeniero Estructural a Cargo debe: (28-4.d)

- (1) Aprobar todas las reparaciones, reemplazos o modificaciones de las varillas o pernos de anclaje de acuerdo con el párrafo 28-8.m.
- (2) Especificar el apriete de los pernos de acuerdo con los párrafos 28-8.n y 28-8.o.
- (3) Aprobar todas las modificaciones a las vigas de celosía y vigas maestras de acuerdo con el párrafo 28-8.s.

28-5. Requisitos de Inspección.

No Aplica.

28-6. Requisitos del Análisis de Peligros de la Actividad (AHA).

Desarrollar los AHA de acuerdo con los párrafos 1-6 o 2-6, según aplique.

28-7. Requisitos Mínimos de los Planes.

Antes de comenzar el montaje de cualquier acero estructural, presentar un Plan de Montaje de Acero al supervisor del USACE para su aprobación o al KO o COR para su aceptación. El plan debe estar firmado y fechado por la QP responsable de su preparación y modificación. Este plan debe incluir lo siguiente:

a. Descripción detallada de la actividad que se realiza, que incluya: (28-7.a)

- (1) Las actividades y procedimientos de montaje de acero tales como el montaje de columnas, vigas, vigas de celosía y correas, el montaje de los puntos terminales de bridging, las conexiones, la colocación de lámina y el hierro ornamental y misceláneo.

- (2) La secuencia de las actividades de montaje desarrollada en coordinación con el contratista controlador.
- (3) Las consideraciones de estabilidad que requieran arriostramiento y vientos temporales.
- (4) Los procedimientos para proporcionar las notificaciones escritas de los puntos de anclaje de acuerdo con el párrafo 28-8.b.
- (5) Los procedimientos de coordinación con otros oficios y actividades de construcción.
- (6) Los procedimientos de entrega de materiales.
- (7) La identificación de las áreas de preparación y almacenamiento.
- (8) Los procedimientos para desarrollar un SLP de acuerdo con el capítulo 16.
- (9) La identificación de cualquier izaje clasificado como izaje crítico, que requiera planes separados (véase el capítulo 16).

b. Descripción de los peligros o preocupaciones anticipados y de las medidas de control que se implementarán para controlarlos a un nivel aceptable, que incluya: (28-7.b)

- (1) Un AHA (véanse los párrafos 1-6 o 2-6, según aplique).
- (2) Un plan de protección contra caídas (véase el capítulo 21).

c. Asignación del personal y de sus roles y responsabilidades. Incluir la información/documentación necesaria para respaldar la calificación/capacitación de los siguientes, según se requiera. (28-7.c)

- (1) CP y QP.
- (2) La documentación de cada empleado que haya recibido capacitación para realizar operaciones de montaje de acero, de acuerdo con este capítulo y el 29 CFR 1926.761 (29 CFR 1926 Subparte R).

d. Métodos de inspección y supervisión para asegurar el cumplimiento del plan. (28-7.d)

e. Una descripción de los procedimientos que se utilizarán en caso de rescate o respuesta a emergencias. (28-7.e)

28-8. Requisitos Generales.

a. Las actividades de montaje de acero incluyen, entre otras, izar, trazar, colocar, conectar, soldar, quemar, atirantar, arriostrar, atornillar, aplomar y aparejar acero estructural, vigas de celosía de acero y edificios metálicos; instalar lámina metálica, metales misceláneos, hierro ornamental y materiales similares; y desplazarse de punto a punto mientras se realizan estas actividades (véase el 29 CFR 1926.750 (29 CFR 1926 Subparte R)). (28-8.a)

b. Notificaciones Escritas. Antes de autorizar el inicio del montaje de acero, el contratista controlador debe asegurar que se proporcionen al montador de acero las siguientes notificaciones escritas: (28-8.b)

- (1) Que el concreto de las zapatas, pilas y muros ha alcanzado, con base en un método de prueba estándar ASTM apropiado de muestras curadas en campo, ya sea el 75% de la resistencia mínima de diseño a la compresión prevista o la resistencia suficiente para soportar las cargas impuestas durante el montaje de acero.
- (2) Que cualquier reparación, reemplazo o modificación de los pernos de anclaje se realizó de acuerdo con las especificaciones del contrato o el ingeniero estructural del proyecto a cargo.

Nota: Tanto el contratista de acero como el de concreto deben conservar una copia de esta notificación escrita en el sitio.

c. El requisito de altura umbral de protección contra caídas es de 6 pies (1.8 m) para todo trabajo cubierto por este manual, ya sea realizado por fuerzas de trabajo del Gobierno o de contratistas, a menos que se especifique de otro modo más abajo. Esto incluye las actividades de montaje de acero y las actividades de sistemas prediseñados (es decir, edificios metálicos prefabricados). (Véase el capítulo 21) (28-8.c)

d. No colocar cargas de construcción sobre una estructura o parte de una estructura a menos que el empleador determine, con base en información de una persona calificada en diseño estructural, que la estructura o parte de la estructura puede soportar las cargas. (28-8.d)

e. No permitir que los empleados trabajen sobre o en posiciones expuestas a acero de refuerzo saliente, sujetadores u otros peligros de empalamiento a menos que se hayan tomado medidas para controlar el peligro. (28-8.e)

f. No permitir que los empleados trabajen debajo de cargas de material en paquetes u otras cargas suspendidas. Los aparejadores que aseguran las cargas inferiores a los conjuntos de aparejos de izaje múltiple y los trabajadores que colocan componentes estructurales suspendidos tales como vigas, cerchas y miembros prefabricados están excluidos de este requisito. En estos casos, deben usarse controles de trabajo para minimizar el tiempo que se pasa directamente debajo de las cargas. (28-8.f)

g. Distribución del Sitio. El contratista controlador debe asegurar que se proporcione y mantenga lo siguiente: (28-8.g)

- (1) Caminos de acceso adecuados hacia y a través del sitio para la entrega y el movimiento seguros de derricks, grúas, camiones, otro equipo necesario y el material a montar; y medios y métodos para el control de peatones y vehículos.

Nota: Este requisito no aplica a los caminos fuera del sitio de construcción.

- (2) Un área adecuadamente compactada, debidamente nivelada y drenada, fácilmente accesible al trabajo, con espacio adecuado para el almacenamiento seguro de materiales y la operación segura del equipo del montador.
- (3) Planificación previa de las operaciones de izaje aéreo. Planificar previamente todas las operaciones de izaje del montaje de acero.

h. Superficies de tránsito y trabajo, conectores de corte y otros dispositivos similares. (28-8.h)

- (1) Peligros de tropiezo. No fijar conectores de corte (por ejemplo, pernos de acero con cabeza, barras de acero, orejetas de acero), barras de refuerzo, anclajes deformados o pernos roscados a las alas superiores de vigas, vigas de celosía o accesorios de vigas de manera que sobresalgan verticalmente desde el ala superior del miembro u horizontalmente a través de ella, hasta después de que se haya instalado la lámina metálica u otra superficie de tránsito o trabajo.
- (2) Cuando se usen conectores de corte en la construcción de pisos, techos y tableros de puentes compuestos, trazar e instalar los conectores de corte después de que se haya instalado la lámina metálica, usando la lámina metálica como plataforma de trabajo.

i. Ensamblaje del Acero Estructural. (28-8.i)

- (1) Mantener la estabilidad estructural en todo momento durante el proceso de montaje.
- (2) Los siguientes requisitos adicionales aplican a las estructuras de varios pisos:
- (a) Instalar los pisos permanentes a medida que avanza el montaje de los miembros estructurales. No debe haber más de ocho pisos entre el piso de montaje y el piso permanente más alto, excepto donde la integridad estructural se mantenga como resultado del diseño.
- (b) En ningún momento habrá más de cuatro pisos o 48 pies (14.6 m), lo que sea menor, de atornillado o soldadura sin terminar por encima de la cimentación o del piso permanentemente asegurado más alto, excepto donde la integridad estructural se mantenga debido al diseño.

j. Instalar el equipo de arriostramiento, según se requiera, antes de que la estructura se cargue con material de construcción (por ejemplo, cargas de vigas de celosía, paquetes de lámina o paquetes de bridging). (28-8.j)

- (1) Cuando una CP lo considere necesario, instalar equipo de arriostramiento temporal de montaje junto con el proceso de montaje de acero para asegurar la estabilidad de la estructura.

- (2) No retirar el equipo de arriostramiento hasta que lo apruebe una CP.

k. Lámina Metálica. Izar, apoyar y colocar los paquetes de lámina metálica. (28-8.k)

- (1) Colocar la lámina metálica bien ajustada y asegurarla al momento de su colocación para evitar su movimiento o desplazamiento accidental. No colocar más de 3,000 pies² (278.7 m²) antes de asegurarla.
- (2) Durante la instalación inicial, colocar los paneles de lámina metálica de manera que estén totalmente apoyados por los miembros estructurales.
- (3) No usar el empaque y el fleje de los paquetes para el izaje a menos que estén específicamente diseñados para ese propósito.
- (4) Si se colocan artículos sueltos tales como material de calza, flashing u otros materiales sobre los paquetes de lámina metálica que se van a izar, asegurar dichos artículos a los paquetes.
- (5) Apoyar los paquetes de lámina metálica sobre las vigas de celosía de acuerdo con el párrafo 28-8.w.
- (6) Apoyar los paquetes de lámina metálica sobre los miembros de la estructura de manera que se proporcione apoyo suficiente para permitir que los paquetes se desflejen sin desalojar los paquetes de los apoyos.
- (7) Al final del turno o cuando las condiciones ambientales o del sitio lo requieran, asegurar la lámina metálica contra desplazamiento.
- (8) Huecos y aberturas en techos y pisos. Instalar la lámina metálica en los huecos y aberturas de techos y pisos como sigue:
- (a) Las aberturas enmarcadas en la lámina metálica deben tener miembros estructurales orientados hacia abajo para permitir la instalación continua de la lámina, excepto donde no lo permitan las restricciones del diseño estructural o la constructibilidad.
- (b) Cubrir con lámina o proteger los huecos y aberturas de techos y pisos de acuerdo con el capítulo 24.
- (c) No cortar huecos o aberturas en la lámina metálica hasta inmediatamente antes de que se rellenen permanentemente con el equipo o la estructura necesarios o previstos para cumplir su uso específico y que cumplan los planos de diseño y/o los requisitos del fabricante, o cubrir o resguardar inmediatamente el hueco o la abertura de acuerdo con el capítulo 24.

l. Pisos de Derrick. (28-8.l)

- (1) Cubrir totalmente con lámina y/o entarimar todos los pisos de derrick y completar las conexiones de los miembros de acero para soportar la carga prevista del piso.
- (2) Distribuir las cargas temporales colocadas sobre los pisos de derrick sobre los miembros de apoyo subyacentes para evitar la sobrecarga local del material de la cubierta.

m. Anclaje de Columnas. (28-8.m)

- (1) Requisitos generales de estabilidad del montaje.
- (a) Anclar todas las columnas usando un mínimo de cuatro varillas de anclaje o pernos de anclaje.
- (b) Diseñar cada conjunto de varilla o perno de anclaje de columna, incluida la soldadura entre la columna y la placa base y la cimentación de la columna, para resistir una carga gravitacional excéntrica mínima de 300 lbs. (136.2 kg) ubicada a 18 pulgadas (45.7 cm) de la cara exterior extrema de la columna en cada dirección, en la parte superior del fuste de la columna.
- (c) Asentar las columnas sobre pisos terminados nivelados, placas niveladoras con mortero previo, tuercas niveladoras o paquetes de calzas. Si se usan paquetes de calzas, una QP debe dirigir su uso.
- (d) Una CP debe evaluar todas las columnas para determinar si se necesitan vientos o arriostramiento. Instalar todos los vientos o arriostramientos requeridos.
- (2) Reparación, reemplazo o modificación en campo de varillas o pernos de anclaje.

- (a) No reparar, reemplazar ni modificar en campo varillas o pernos de anclaje sin la aprobación del ingeniero estructural del proyecto a cargo.
- (b) Antes del montaje de una columna, el contratista controlador debe proporcionar notificación escrita al montador de acero si ha habido cualquier reparación, reemplazo o modificación de las varillas o pernos de anclaje de esa columna.

n. Vigas y Columnas. (28-8.n)

- (1) No soltar la carga de la línea de izaje durante la colocación final de los miembros estructurales de alma llena hasta que los miembros estén asegurados con al menos dos pernos por conexión, del mismo tamaño y resistencia que se muestra en los planos de montaje. Apretar los pernos a ajuste firme y/o según lo especifique el ingeniero estructural del proyecto a cargo.
- (2) Una CP debe determinar aquellas piezas que requieren más de dos pernos en cada extremo antes de que la pieza se suelte de la grúa. Atornillar completamente los empalmes de montaje de columnas antes de agregar más de dos pisos.

o. Arriostramiento Diagonal. Asegurar los miembros estructurales de alma llena usados como arriostramiento diagonal con al menos un perno por conexión, apretado a ajuste firme y/o el equivalente según lo especifique el ingeniero estructural del proyecto a cargo. (28-8.o)

p. Conexiones Dobles. (28-8.p)

- (1) Conexiones dobles en columnas o en almas de vigas sobre una columna. Este requisito aplica cuando dos miembros estructurales en lados opuestos de un alma de columna, o de un alma de viga sobre una columna, están conectados compartiendo orificios de conexión comunes. Al menos un perno con su tuerca en ajuste firme debe permanecer conectado al primer miembro, a menos que se proporcione con el miembro un asiento fijado en taller o en campo, o un dispositivo de conexión equivalente, para asegurar el primer miembro y evitar que la columna se desplace. (Véanse las figuras 28-3 y 28-4)
- (2) Si se usa un asiento o dispositivo equivalente, diseñar el asiento o dispositivo para soportar la carga durante el proceso de conexión doble. Atornillar o soldar adecuadamente el asiento o dispositivo tanto a un miembro de apoyo como al primer miembro antes de retirar las tuercas de los pernos compartidos para hacer la conexión doble.

q. Empalmes de Columnas. Diseñar cada empalme de columna para resistir una carga gravitacional excéntrica mínima de 300 lbs. (136.2 kg) ubicada a 18 pulgadas (45.7 cm) de la cara exterior extrema de la columna en cada dirección, en la parte superior del fuste de la columna. (28-8.q)

r. Columnas Perimetrales. No montar columnas perimetrales a menos que: (28-8.r)

- (1) Las columnas perimetrales se extiendan un mínimo de 48 pulgadas (121.9 cm) por encima del piso terminado para permitir la instalación de los cables de seguridad perimetrales antes del montaje del siguiente nivel, excepto donde la constructibilidad no lo permita.
- (2) Las columnas perimetrales tengan orificios u otros dispositivos en las columnas perimetrales o fijados a ellas a 42-45 pulgadas (106.7-114.3 cm) por encima del piso terminado, y en el punto medio entre el piso terminado y el cable superior, para permitir la instalación de los cables de seguridad perimetrales, excepto donde la constructibilidad no lo permita.

s. Vigas de Celosía de Acero de Alma Abierta. (28-8.s)

- (1) Excepto según lo dispuesto en el párrafo 28-8.s(2) siguiente, donde se usen vigas de celosía de acero y las columnas no estén enmarcadas en al menos dos direcciones con miembros de acero estructural de alma llena, atornillar en campo una viga de celosía de acero a la columna para proporcionar estabilidad lateral a la columna durante el montaje. Para la instalación de esta viga de celosía:
- (a) Proporcionar una placa estabilizadora vertical en cada columna para las vigas de celosía de acero. La placa debe ser de un mínimo de 6 pulgadas x 6 pulgadas (15.2 cm x 15.2 cm), debe extenderse al menos 3

pulgadas (7.6 cm) por debajo del cordón inferior de la viga de celosía y tener un orificio de trece dieciseisavos (13/16) de pulgada (2.1 cm) para proporcionar un punto de fijación para los cables de atirantado o de aplomado.

- (b) Estabilizar los cordones inferiores de las vigas de celosía de acero en las columnas para evitar la rotación durante el montaje.
- (c) No soltar los cables de izaje hasta que el asiento en cada extremo de la viga de celosía de acero esté atornillado en campo, y cada extremo del cordón inferior esté restringido por la placa estabilizadora de la columna.
- (2) Donde la constructibilidad no permita instalar una viga de celosía de acero en la columna:
- (a) Instalar un medio alterno de estabilización de las vigas de celosía en ambos lados cerca de la columna para proporcionar una estabilidad equivalente a la del párrafo 28-8.s(1). El medio alterno debe ser diseñado por una QP, instalado en taller e incluido en los planos de montaje.
- (b) No soltar los cables de izaje hasta que el asiento en cada extremo de la viga de celosía de acero esté atornillado en campo y la viga de celosía esté estabilizada.
- (3) Donde las vigas de celosía de acero en las columnas o cerca de ellas tengan una luz de 60 pies (18.3 m) o menos, diseñar y montar la viga de celosía ya sea:
- (a) Instalando bridging o estabilizando de otro modo la viga de celosía antes de soltar el cable de izaje.
- (b) Soltando el cable sin tener un trabajador sobre la viga de celosía.
- (4) Donde las vigas de celosía de acero en las columnas o cerca de ellas tengan una luz mayor de 60 pies (18.3 m), colocar las vigas de celosía en tándem con todo el bridging instalado, a menos que una QP diseñe un método alterno de montaje con estabilidad equivalente a la de la viga de celosía de acero y lo incluya en el Plan de Montaje de Acero específico del sitio.
- (5) No colocar una viga de celosía de acero o una viga maestra de celosía de acero sobre ninguna estructura de apoyo a menos que dicha estructura esté estabilizada.
- (6) Cuando las vigas de celosía de acero se apoyen sobre una estructura, asegurarlas para evitar su desplazamiento involuntario antes de la instalación.
- (7) No hacer ninguna modificación que afecte la resistencia de una viga de celosía de acero o de una viga maestra de celosía de acero sin la aprobación del ingeniero estructural del proyecto a cargo.
- (8) Vigas de Celosía Atornilladas en Campo.
- (a) Excepto para las vigas de celosía de acero que hayan sido preensambladas en paneles, fabricar las conexiones de las vigas de celosía de acero individuales a las estructuras de acero en crujías de 40 pies (12.2 m) o más para permitir el atornillado en campo durante el montaje.
- (b) Atornillar estas conexiones en campo a menos que la constructibilidad no lo permita.
- (9) No usar vigas de celosía de acero ni vigas maestras de celosía de acero como puntos de anclaje para un sistema personal de detención de caídas a menos que una QP proporcione aprobación por escrito.
- (10) Establecer un punto terminal de bridging antes de instalar el bridging.

t. Fijación de Vigas de Celosía de Acero y Vigas Maestras de Celosía de Acero. (28-8.t)

- (1) Fijar cada extremo de las vigas de celosía de acero serie «K» a la estructura de apoyo con un mínimo de dos soldaduras de filete de 1/8 de pulgada (0.3 cm) de 2½ pulgadas (6.35 cm) de largo, o con dos pernos de ½ pulgada (1.3 cm), o el equivalente.
- (2) Fijar cada extremo de las vigas de celosía de acero y vigas maestras de celosía de acero series «LH» y «DLH» a la estructura de apoyo con un mínimo de dos soldaduras de filete de ¼ de pulgada (0.6 cm) de 2 pulgadas (5.1 cm) de largo, o con dos pernos de (3/4) de pulgada (1.9 cm), o el equivalente.

- (3) Excepto según lo dispuesto en el inciso (4) siguiente, fijar cada viga de celosía de acero a la estructura de apoyo inmediatamente al colocarla en su posición final de montaje y antes de colocar vigas de celosía adicionales.
- (4) Fijar los paneles que hayan sido preensamblados con vigas de celosía de acero y bridging a la estructura en cada esquina antes de soltar los cables de izaje.

u. Montaje de Vigas de Celosía de Acero. (28-8.u)

- (1) Fijar ambos lados del asiento de un extremo de cada viga de celosía de acero que requiera bridging a la estructura de apoyo antes de soltar los cables de izaje. Véanse las tablas 28-1 y 28-2 para los requisitos de bridging.
- (2) Para vigas de celosía de más de 60 pies (18.3 m), fijar ambos extremos de la viga de celosía según se especifica en el párrafo 24-8.t [Como está impreso en el original] e incorporar las disposiciones del párrafo 28-8.v antes de soltar los cables de izaje.
- (3) En las vigas de celosía de acero que no requieran bridging de montaje según se especifica en las tablas 28-1 y 28-2, permitir solo un empleado sobre la viga de celosía hasta que todo el bridging esté instalado y anclado.
- (4) No permitir empleados sobre vigas de celosía de acero donde la luz de la viga de celosía sea igual o mayor que la luz mostrada en las tablas 28-1 y 28-2. Seguir los requisitos del párrafo 28-8.v.
- (5) Cuando no se puedan usar los puntos terminales de bridging permanentes durante el montaje, instalar puntos terminales de bridging temporales adicionales para proporcionar estabilidad.

v. Bridging de Montaje. (28-8.v)

- (1) Donde la luz de la viga de celosía de acero sea igual o mayor que la luz mostrada en las tablas 28-1 y 28-2, seguir estos requisitos:
- (a) Instalar una hilera de bridging de montaje diagonal atornillado cerca de la mitad de la luz de la viga de celosía de acero.
- (b) No soltar los cables de izaje hasta que el bridging de montaje diagonal atornillado requerido esté instalado y anclado; véase la tabla 28-1.
- (c) No permitir más de un empleado sobre estas luces hasta que todo el demás bridging esté instalado y anclado.
- (2) Donde la luz de la viga de celosía de acero sea mayor de 60 pies (18.3 m) y hasta 100 pies (30.5 m), seguir estos requisitos:
- (a) Todas las hileras de bridging deben ser bridging diagonal atornillado.
- (b) Instalar dos hileras de bridging de montaje diagonal atornillado cerca de los puntos tercios de la viga de celosía de acero.
- (c) No soltar los cables de izaje hasta que este bridging de montaje diagonal atornillado esté instalado y anclado.
- (d) No permitir más de dos empleados sobre estas luces hasta que todo el demás bridging esté instalado y anclado.
- (3) Donde la luz de la viga de celosía de acero sea mayor de 100 pies (30.5 m) y hasta 144 pies (43.9 m), seguir estos requisitos:
- (a) Todas las hileras de bridging deben ser bridging diagonal atornillado.
- (b) No soltar los cables de izaje hasta que todo el bridging esté instalado y anclado.
- (c) No permitir más de dos empleados sobre estas luces hasta que todo el bridging esté instalado y anclado.

- (4) Para miembros de acero con luces mayores de 144 pies (43.9 m), los métodos de montaje usados deben seguir los párrafos 28-8.n a q.
- (5) Donde cualquier viga de celosía de acero especificada en el párrafo 28-8.v(2) anterior o en los párrafos 28-8.w(1) a (3) sea una viga de celosía apoyada en el cordón inferior, proporcionar una hilera de bridging diagonal atornillado cerca de los apoyos. Instalar este bridging y anclarlo antes de soltar los cables de izaje.
- (6) Cuando el párrafo 28-8.v requiera bridging de montaje diagonal atornillado, seguir estos requisitos:
- (a) Indicar el bridging en el plano de montaje.
- (b) Usar los planos de montaje como el indicador exclusivo de la colocación adecuada de este bridging.
- (c) Usar clips de bridging instalados en taller o equivalentes funcionales donde el bridging se atornilla a las vigas de celosía de acero (véanse las figuras 28-1, 28-2 y 28-5).
- (d) Cuando dos piezas de bridging se fijen a la viga de celosía de acero con un perno común, no retirar la tuerca que asegura la primera pieza de bridging del perno al fijar la segunda pieza de bridging.
- (e) No permitir que las fijaciones del bridging sobresalgan por encima del cordón superior de la viga de celosía de acero.

w. Apoyo y Colocación de Cargas. (28-8.w)

- (1) Durante el período de construcción, el empleador debe asegurar que al colocar una carga sobre las vigas de celosía de acero la carga se distribuya de manera que no exceda la capacidad de carga de ninguna viga de celosía de acero.
- (2) Excepto según lo establecido en el párrafo 28-8.w(4) siguiente, no colocar cargas de construcción sobre las vigas de celosía de acero hasta que todo el bridging esté instalado y anclado y todos los extremos portantes de las vigas de celosía estén fijados.
- (3) El peso de un paquete de bridging de vigas de celosía no puede exceder un total de 1,000 lbs. (454 kg). Colocar cada paquete de bridging sobre un mínimo de tres vigas de celosía de acero que estén aseguradas en un extremo. Posicionar el borde del paquete de bridging dentro de 1 pie (0.3 m) del extremo asegurado.
- (4) No colocar ningún paquete de lámina sobre las vigas de celosía de acero hasta que todo el bridging haya sido instalado y anclado y todos los extremos portantes de las vigas de celosía estén fijados, a menos que se cumplan todas las condiciones siguientes:
- (a) Una QP ha documentado en un Plan de Montaje de Acero específico del sitio que la estructura o parte de la estructura puede soportar la carga.
- (b) El paquete de lámina se coloca sobre un mínimo de tres vigas de celosía de acero.
- (c) Las vigas de celosía que apoyan el paquete de lámina están fijadas en ambos extremos.
- (d) Al menos una hilera de bridging está instalada y anclada.
- (e) El peso total del paquete de lámina no excede 4,000 lbs. (1814.4 kg), y el borde de la carga de construcción se coloca dentro de 1 pie (0.3 m) de la superficie de apoyo del extremo de la viga de celosía.

x. Edificios Metálicos de Sistema Prediseñado. (28-8.x)

- (1) Todos los requisitos de este capítulo aplican al montaje de edificios metálicos de sistema prediseñado, excepto el párrafo 28-8.m (anclaje de columnas) y el párrafo 28-8.s (vigas de celosía de acero de alma abierta).
- (a) Anclar cada columna estructural usando un mínimo de cuatro varillas de anclaje o pernos de anclaje.
- (b) Los marcos rígidos deben tener el 50% de sus pernos o el número de pernos especificado por el fabricante, lo que sea mayor, instalados y apretados en ambos lados del alma adyacentes a cada ala, antes de soltar el equipo de izaje.

- (c) No colocar cargas de construcción sobre ninguna estructura de acero estructural a menos que dicha estructura esté atornillada, soldada o asegurada adecuadamente de otro modo.
- (d) En las conexiones de largueros y puntales de alero a la estructura, donde los largueros o puntales de alero compartan orificios de conexión comunes, al menos un perno con su tuerca en ajuste firme debe permanecer conectado al primer miembro. La excepción a esto es cuando existe un asiento fijado en campo suministrado por el fabricante, o un dispositivo de conexión similar, para asegurar el primer miembro de manera que el larguero o puntal de alero esté siempre asegurado contra desplazamiento.
- (e) No usar correas y largueros como punto de anclaje para un PFAS a menos que una QP de Protección contra Caídas proporcione aprobación por escrito para hacerlo.
- (f) No usar las correas como superficie de tránsito o trabajo al instalar sistemas de seguridad hasta que todo el bridging permanente haya sido instalado y se proporcione protección contra caídas.
- (g) Colocar las cargas de construcción solo dentro de una zona que esté dentro de 8 pies (2.4 m) de la línea central del miembro de apoyo principal.
- (h) Atornillar o soldar completamente ambos extremos de todas las vigas de celosía de acero o vigas de celosía formadas en frío a la estructura de apoyo antes de soltar los cables de izaje, permitir un empleado sobre la viga de celosía o permitir cualquier carga de construcción sobre las vigas de celosía.
- (2) Protección contra objetos que caen.
- (a) Asegurar los artículos sueltos en altura. Asegurar todo el material, equipo y herramientas que no estén en uso mientras estén en altura contra desplazamiento accidental.
- (b) Proporcionar protección contra objetos que caen que no sean materiales que se están izando. El contratista controlador no debe permitir otros procesos de construcción debajo del montaje de acero a menos que se proporcione protección superior para los empleados que están abajo.
- (3) Las CDZ no están permitidas.

28-9. Figuras y Tablas.

Figura 28-1. Conexión de Extremo con Clip. [Diagrama que muestra la conexión del extremo de un bridging a una viga de celosía de acero mediante un clip de bridging.]

Figura 28-2. Conexión Escalonada (Alta/Baja). [Diagrama que muestra una conexión escalonada (alta/baja) del bridging a la viga de celosía de acero.]

Figura 28-3. Control del Riesgo en Conexiones Dobles en el Montaje de Acero (Vista Lateral). [Diagrama en vista lateral que ilustra el control del riesgo en las conexiones dobles, cuando dos miembros comparten los mismos orificios de conexión en lados opuestos de una columna.]

Figura 28-4. Conexión Doble con Asiento para Apoyar la Primera Sección Mientras se Instala la Segunda Sección. [Diagrama de una conexión doble en la que un asiento apoya la primera sección mientras se instala la segunda sección.]

Figura 28-5. Ilustraciones de los Puntos Terminales de Bridging de OSHA. [Ilustraciones de los puntos terminales de bridging: muro, viga, vigas en tándem con todo el bridging instalado y armadura horizontal en el plano del cordón superior.]

Tabla 28-1. Puentes de Montaje (Bridging) para Vigas de Celosía de Luz Corta (columnas VIGUETA / LUZ — representación fiel en bloques de texto, agrupada por designación de vigueta; las luces están en pies-pulgadas).

NM = el bridging diagonal atornillado no es obligatorio.

- 8K: 8K1 — NM.
- 10K: 10K1 — NM; 10KCS1 — NM; 10KCS2 — NM; 10KCS3 — NM.

- 12K: 12K1 — 23-0; 12K3 — NM; 12K5 — NM; 12KCS1 — NM; 12KCS2 — NM; 12KCS3 — NM.
- 14K: 14K1 — 27-0; 14K3 — NM; 14K4 — NM; 14K6 — NM; 14KCS1 — NM; 14KCS2 — NM; 14KCS3 — NM.
- 16K: 16K2 — 29-0; 16K3 — 30-0; 16K4 — 32-0; 16K5 — 32-0; 16K6 — NM; 16K7 — NM; 16K9 — NM; 16KCS2 — NM; 16KCS3 — NM; 16KCS4 — NM; 16KCS5 — NM.
- 18K: 18K3 — 31-0; 18K4 — 32-0; 18K5 — 33-0; 18K6 — 28-0; 18K7 — NM; 18K9 — NM; 18K10 — NM; 18KCS2 — 28-0; 18KCS3 — NM; 18KCS4 — NM; 18KCS5 — NM.
- 20K: 20K3 — 32-0; 20K4 — 34-0; 20K5 — 34-0; 20K6 — 36-0; 20K7 — 39-0; 20K9 — 39-0; 20K10 — NM; 20KCS2 — 36-0; 20KCS3 — 39-0; 20KCS4 — NM; 20KCS5 — NM.
- 22K: 22K4 — 34-0; 22K5 — 28-0; 22K6 — 36-0; 22K7 — 40-0; 22K9 — 40-0; 22K10 — NM; 22K11 — NM; 22KCS2 — 36-0; 22KCS3 — 40-0; 22KCS4 — NM; 22KCS5 — NM.
- 24K: 24K4 — 36-0; 24K5 — 38-0; 24K6 — 39-0; 24K7 — 43-0; 24K8 — 43-0; 24K9 — 44-0; 24K10 — NM; 24K12 — NM; 24KCS2 — 39-0; 24KCS3 — 44-0; 24KCS4 — NM; 24KCS5 — NM.
- 26K: 26K5 — 38-0; 26K6 — 39-0; 26K7 — 43-0; 26K8 — 44-0; 26K9 — 44-0; 26K10 — 49-0; 26K12 — NM; 26KCS2 — 39-0; 26KCS3 — 44-0; 26KCS4 — NM; 26KCS5 — NM.
- 28K: 28K6 — 40-0; 28K7 — 43-0; 28K8 — 44-0; 28K9 — 45-0; 28K10 — 49-0; 28K12 — 53-0; 28KCS2 — 40-0; 28KCS3 — 45-0; 28KCS4 — 53-0; 28KCS5 — 53-0.
- 30K: 30K7 — 44-0; 30K8 — 45-0; 30K9 — 45-0; 30K10 — 50-0; 30K11 — 52-0; 30K12 — 54-0; 30KCS3 — 45-0; 30KCS4 — 54-0; 30KCS5 — 54-0.

Tabla 28-2. Puentes de Montaje (Bridging) para Vigas de Celosía de Luz Larga (columnas VIGUETA / LUZ — representación fiel en bloques de texto, agrupada por designación de vigueta; las luces están en pies-pulgadas).

NM = el bridging diagonal atornillado no es obligatorio para las viguetas.

- 18LH: 18LH02 — 33-0; 18LH03 — NM; 18LH04 — NM; 18LH05 — NM; 18LH06 — NM; 18LH07 — NM; 18LH08 — NM; 18LH09 — NM.
- 20LH: 20LH02 — 33-0; 20LH03 — 38-0; 20LH04 — NM; 20LH05 — NM; 20LH06 — NM; 20LH07 — NM; 20LH08 — NM; 20LH09 — NM; 20LH10 — NM.
- 24LH: 24LH03 — 28-0; 24LH04 — 39-0; 24LH05 — 40-0; 24LH06 — 45-0; 24LH07 — NM; 24LH08 — NM; 24LH09 — NM; 24LH10 — NM; 24LH11 — NM.
- 28LH: 28LH05 — 42-0; 28LH06 — 46-0; 28LH07 — 54-0; 28LH08 — 54-0; 28LH09 — NM; 28LH10 — NM; 28LH11 — NM; 28LH12 — NM; 28LH13 — NM.
- 32LH: 32LH06 — 47-0 hasta 60-0; 32LH07 — 47-0 hasta 60-0; 32LH08 — 55-0 hasta 60-0; 32LH09 — NM hasta 60-0; 32LH10 — NM hasta 60-0; 32LH11 — NM hasta 60-0; 32LH12 — NM hasta 60-0; 32LH13 — NM hasta 60-0; 32LH14 — NM hasta 60-0; 32LH15 — NM hasta 60-0.
- 36LH: 36LH07 — 47-0 hasta 60-0; 36LH08 — 47-0 hasta 60-0; 36LH09 — 57-0 hasta 60-0; 36LH10 — NM hasta 60-0; 36LH11 — NM hasta 60-0; 36LH12 — NM hasta 60-0; 36LH13 — NM hasta 60-0; 36LH14 — NM hasta 60-0; 36LH15 — NM hasta 60-0.

Suplemento de frontera — cierre del capítulo (primera página de em385-29.pdf, p. impresa 614).

28-10. Listas de Verificación y Formularios.

No Aplica.