

Código de Práctica Normalizada para Edificios y Puentes de Acero

Adoptado en forma efectiva el 10 de Junio de 1992
American Institute of Steel Construction, Inc.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, INC.
One East Wacker Drive, Suite 3100, Chicago, IL 60601-2001

Copyright 1992
The American Institute of Steel Construction

Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial, por cualquier medio, sin autorización expresa por escrito del editor

PRÓLOGO

Cuando la documentación técnica no incluye requisitos específicos que indiquen lo contrario, se considera que las prácticas existentes en la industria quedan incorporadas en las relaciones entre las partes que firman un contrato. Al igual que en cualquier industria, se han desarrollado prácticas comúnmente aceptadas entre las partes involucradas en la compra, diseño, fabricación y montaje del acero estructural. El American Institute of Steel Construction ha realizado un relevamiento continuo de la industria del acero estructural para determinar las prácticas estándares, y a partir de 1924 ha publicado su *Código de Práctica Normalizada*. A partir de esa fecha, el Código ha sido actualizado periódicamente para reflejar las nuevas tecnologías y prácticas de la industria.

La intención del AISC es proporcionarle a los propietarios, arquitectos, ingenieros, contratistas y demás personas asociadas con la construcción un marco útil para lograr un entendimiento común de las normas aceptables al contratar una construcción de acero estructural.

Esta edición es la cuarta revisión completa del Código desde su primera publicación. Incluye varias secciones nuevas que se refieren a temas que no estaban incluidos en el Código anterior pero que constituyen una parte esencial de la relación entre las partes signatarias de un contrato.

El AISC agradece la valiosa información y sugerencias recibidas de las asociaciones industriales y otras organizaciones relacionadas con la industria de la construcción y fabricación, de enorme utilidad para el desarrollo del presente *Código de Práctica Normalizada*.

Aunque se han tomado todas las precauciones necesarias para asegurar que todos los datos e información presentados tengan toda la precisión y exactitud posibles, el Instituto no puede asumir responsabilidad alguna por los errores u omisiones en la información aquí publicada, ni por el uso de la información publicada, ni por la incorporación de dicha información en la preparación de planos de ingeniería. El Código no debe reemplazar el criterio profesional de un arquitecto o ingeniero capacitado y experimentado, quien tiene a su cargo la responsabilidad por el diseño de una estructura determinada.

Código de Práctica Normalizada para Edificios y Puentes de Acero

Adoptado en forma efectiva el 10 de Junio de 1992
American Institute of Steel Construction, Inc.

SECCIÓN 1. REQUISITOS GENERALES

1.1 Campo de Validez

Las prácticas definidas en la presente han sido adoptadas por el AISC como las normas comúnmente aceptadas por la industria del acero estructural. En ausencia de otras instrucciones en la documentación técnica, las prácticas definidas en este *Código de Práctica Normalizada* gobiernan la fabricación y construcción de estructuras de acero estructural.

1.2. Definiciones

Especificación AISC – Se refiere al documento *Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings*, adoptado por el American Institute of Steel Construction.

ANSI – American National Standards Institute.

Arquitecto/Ingeniero – Representante designado por el propietario, totalmente responsable por el diseño y la integridad de la estructura. Es el Proyectista o Diseñador.

ASTM – American Society for Testing and Materials.

Código AWS – Se refiere al documento *Structural Welding Code* de la American Welding Society.

Código – Se refiere al *Código de Práctica Normalizada* adoptado por el American Institute of Steel Construction.

Documentación Técnica – Documentos que definen las responsabilidades de las partes involucradas en el presupuesto, compra, provisión y armado del acero estructural. Esta documentación normalmente se compone de un contrato, planos y especificaciones técnicas.

Planos – Planos de taller y planos de armado en obra preparados por el fabricante y el armador para el trabajo a realizar.

Armador – Parte responsable por el armado de los elementos de acero estructural.

Fabricante – Parte responsable por la provisión de acero estructural fabricado.

Contratista general – Representante designado por el propietario, totalmente responsable por la construcción de la estructura.

MBMA – Metal Building Manufacturers Association.

Material Provisto por el Productor Metalúrgico – Productos ordenados expresamente al productor metalúrgico para los requisitos de un proyecto específico.

Propietario – El propietario o dueño de la estructura propuesta o los representantes por él designados, que pueden ser el arquitecto, el ingeniero, el contratista general, el director de obra, la autoridad fiscalizadora u otros.

Representante Autorizado del Propietario – Persona designada por el propietario para tener la responsabilidad por la aprobación de los planos de obra. Generalmente esta persona es el proyectista o diseñador responsable del proyecto.

Planos – Planos de diseño provistos por la parte responsable por el diseño de la estructura.

Autorización para la Construcción – Autorización por parte del propietario que le permite al fabricante comenzar a trabajar bajo los términos del contrato, incluyendo el pedido de materiales y la preparación de los planos de taller.

SSPC – Steel Structures Painting Council, entidad que publica el *Steel Structures Painting Manual*, Vol. 2, "Sistemas y Especificaciones."

Pieza Individual – Pieza que se puede transportar como una sola unidad.

Columna Individual – Pieza que será utilizada como columna y que se transporta como una sola unidad.

1.3. Criterios de Diseño para Edificios y Estructuras de Tipología Similar

En ausencia de otras instrucciones, los requisitos de la Especificación AISC gobiernan el diseño del acero estructural.

1.4. Diseño para Puentes

En ausencia de otras instrucciones, los siguientes requisitos gobiernan el diseño, según corresponda:

Standard Specifications for Highway Bridges, de la American Association of State Highway and Transportation Officials

Specifications for Steel Railway Bridges, de la American Railway Engineering Association.

Structural Welding Code, de la American Welding Society.

1.5. Responsabilidad por el Diseño

1.5.1. Si el propietario provee el diseño, los planos y las especificaciones técnicas, el fabricante y el armador no son responsables por la suficiencia, idoneidad o legalidad del diseño. El fabricante no es responsable por la seguridad del armado si la estructura es armada por terceros.

1.5.2. Si el propietario celebra un contrato directo con el fabricante tanto para el diseño como para la fabricación de una estructura de acero completa, el fabricante es responsable por la suficiencia estructural del diseño. El fabricante no es responsable por la seguridad del armado si la estructura es armada por terceros.

1.6. Dispositivos Patentados

Excepto cuando la documentación técnica exige que el diseño sea provisto por el fabricante o el armador, el fabricante y el armador asumen que el propietario ha obtenido todos los derechos

de patente necesarios y que el fabricante o armador estará plenamente protegido en el uso de los diseños, dispositivos o componentes patentados requeridos por la documentación técnica.

SECCIÓN 2. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

2.1. Definición de Acero Estructural

De acuerdo con el uso que se le da para definir el alcance del trabajo en la documentación técnica, "acero estructural" se refiere a los elementos de acero del marco de acero estructural esenciales para soportar las cargas de diseño. A menos que la documentación técnica especifique lo contrario, estos elementos consisten en los materiales tal como aparecen en los planos de acero estructural y descriptos como:

Bulones de anclaje para acero estructural

Bases o placas de apoyo

Vigas

Apoyos de acero para vigas, celosías o puentes

Riostras

Columnas, postes

Materiales de conexión para las uniones entre elementos de acero estructural

Rieles, empalmes, topes, bulones y abrazaderas para grúas

Marcos de aberturas que forman parte del marco de acero estructural

Juntas de expansión conectadas al marco de acero estructural

Sujetadores para conectar los elementos de acero estructural:

- remaches colocados en taller

- bulones permanentes colocados en taller

- bulones temporarios para el transporte de los elementos

- remaches colocados en obra para conexiones permanentes

- bulones colocados en obra para conexiones permanentes

- pasadores permanentes

Placas para piso (estriadas o lisas) unidas al marco de acero estructural

Emparrillados de vigas

Suspensores esenciales para el marco de acero estructural

Placas niveladoras, cuñas, calces y tornillos niveladores

Dinteles, cuando están unidos al marco de acero estructural

Marcos para aleros o techos en voladizo

Fundaciones para maquinaria formadas por secciones de acero laminado y/o placas fijadas al marco estructural

Elementos monorriel de los perfiles estructurales estándares cuando están fijados al marco estructural

Marcos para cubiertas formados por perfiles estructurales estándares

Conectores de corte, si se especifica que deben ser instalados en taller

Bielas, tirantes y tensores que forman parte del marco de acero estructural
Celosías o reticulados

2.2. Otros Elementos Metálicos o de Acero

La clasificación de "acero estructural" no incluye los elementos de acero, hierro u otros metales no cubiertos por la descripción de la Sección 2.1 aún cuando estos elementos aparezcan en los planos o estén unidos al marco estructural. Estos elementos incluyen, aunque no se limitan a:

Cables para sistemas permanentes de arriostramiento o suspensión
Tolvas y conductos
Productos de acero conformado en frío
Acero usado como armadura para hormigón o mampostería
Puertas y guardacantos
Elementos de acero embebidos en hormigón prefabricado o colado en obra
Placas para piso (estriadas o lisas) no unidas al marco de acero estructural
Emparrillados y tableros metálicos
Elementos requeridos para instalar materiales provistos por especialistas que no sean fabricantes o armadores de acero estructural
Escaleras y jaulas de seguridad
Dinteles sobre las aberturas para ventanas
Elementos metálicos misceláneos
Apoyos que no son de acero
Nervios en celosía
Elementos metálicos decorativos
Conectores de corte, si se especifica que deben ser instalados en obra
Chimeneas, tanques y recipientes de presión
Escaleras, pasarelas, pasamanos y placas guardapié
Tapas de cunetas o fosas

SECCIÓN 3. PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1. Acero Estructural

Para asegurar que los presupuestos sean adecuados y completos y para permitir la preparación de los planos de taller y la fabricación a tiempo, el fabricante debe poder confiar que la documentación técnica está completa. Se puede asumir que la documentación técnica contiene los planos de diseño completos para el acero estructural y que muestra claramente los trabajos a realizar, indicando los tamaños, secciones, grados de los materiales y ubicación de todos los elementos, niveles de piso, centros y desviaciones de las columnas y flechas de los elementos, con dimensiones suficientes para indicar con precisión la cantidad y naturaleza del acero estructural a proveer. Las especificaciones técnicas del acero estructural deben incluir cualquier requisito especial que determine la fabricación y armado del acero estructural. Los planos,

especificaciones técnicas y anexos deben estar numerados y fechados para permitir su identificación.

3.1.1. Si se requieren riostras contraviento, conexiones, rigidizadores para las columnas, placas de refuerzo para las almas de las columnas, rigidizadores en los apoyos de las vigas, armaduras de alma, aberturas para elementos provistos por otros especialistas y otros detalles especiales, éstos se deben indicar con un nivel de detalle suficiente para que sean fácilmente comprensibles.

3.1.2. Los planos deben incluir datos suficientes referidos a las cargas supuestas, esfuerzos de corte, momentos y esfuerzos axiales a ser resistidos por los elementos individuales y sus conexiones, tal como puede ser necesario para el desarrollo de los detalles de las conexiones en los planos de taller. A menos que la documentación técnica especifique lo contrario, los planos se basan en la consideración de las cargas y esfuerzos a ser resistidos por el marco de acero terminado y totalmente conectado. Ver Sección 7.9.

3.1.3. Si las conexiones no están indicadas, las conexiones se harán de acuerdo con los requisitos de la Especificación AISC.

3.1.4. Si la documentación técnica establece que se han de proveer dinteles sueltos y placas niveladoras, los planos y especificaciones deben indicar el tamaño, la sección y la ubicación de todos los componentes.

3.1.5. Si para proveer estabilidad y resistencia para las cargas para las cuales el marco está diseñado un marco de acero, ya terminado y conectado, requiere interacción con otros elementos no clasificados como acero estructural (ver Sección 2), el marco no autoportante y los elementos principales no clasificados como acero estructural, tales como diafragmas, muros de mampostería y/o muros estructurales de hormigón, deberán estar identificados en la documentación técnica. Ver Sección 7.9.3.

3.1.6. Cuando para los elementos en voladizos se requiera contraflecha, se deberá indicar la magnitud y la dirección de dicha contraflecha.

3.1.7. La documentación técnica debe especificar todos los requisitos de pintura, incluyendo la identificación de los elementos a pintar, la preparación de las superficies, las especificaciones de la pintura, el método que utiliza el fabricante para identificar el producto y los espesores máximos y mínimos de la película seca, en milímetros, del recubrimiento colocado en taller. La documentación técnica debe indicar claramente todos los elementos individuales que se han de dejar sin pintar para recibir hormigón, para aplicar recubrimientos resistentes al fuego o por otros motivos.

3.2. Planos Arquitectónicos, Eléctricos y Mecánicos

Se pueden utilizar planos arquitectónicos, eléctricos y mecánicos como suplemento de los planos de acero estructural para definir las configuraciones de los detalles e incluir información constructiva, siempre que en los planos de acero estructural estén indicados todos los requisitos para las cantidades y las ubicaciones del acero estructural.

3.3. Discrepancias

En caso de discrepancia entre los planos y especificaciones técnicas correspondientes a un mismo edificio, gobiernan las especificaciones técnicas. En caso de discrepancia entre los planos y las especificaciones técnicas correspondientes a un mismo puente, gobiernan los planos. En caso de discrepancia entre las dimensiones a escala en los planos y los valores numéricos en ellos indicados, gobiernan los valores numéricos. En caso de discrepancia entre los planos de acero estructural y los planos arquitectónicos u otros planos, gobiernan los planos de acero estructural.

3.4. Legibilidad de los Planos

Los planos deben ser claramente legibles y estar realizados en una escala no menor que 1/8 in. en un pie. La información más compleja se debe proveer en una escala adecuada para que la información sea claramente comprensible.

3.5. Condiciones Especiales

Cuando se requiere que un proyecto sea publicado para llamar a licitación antes de poder satisfacer los requisitos de la Sección 3.1, el propietario debe proveer suficiente información en forma de alcance de los trabajos, planos, pesos, esquema de las especificaciones y otros datos descriptivos que le permitan al fabricante y al armador preparar ofertas fundamentadas.

SECCIÓN 4. PLANOS DE TALLER Y PLANOS DE ARMADO

4.1. Responsabilidad del Propietario

Para permitir que el fabricante y el armador procedan de forma correcta y expeditiva con sus trabajos, el propietario debe proveer, en el debido tiempo y de acuerdo con la documentación técnica, especificaciones técnicas y planos completos del acero estructural autorizados para la construcción. El fabricante requiere especificaciones técnicas y planos "autorizados para la construcción" para poder encargar los materiales necesarios al productor metalúrgico y preparar y completar los planos de taller y de armado. A menos que se especifique lo contrario, los planos incluidos como parte de la documentación para una licitación se consideran "autorizados para la construcción."

4.2. Aprobación

Si los planos de taller son preparados por el fabricante, éste debe entregar copias de los mismos al propietario para su examen y aprobación. El fabricante incluye una máxima tolerancia de catorce (14) días calendario en su cronograma para el regreso de los planos de taller. Los planos de taller son devueltos con la aprobación del propietario, o bien con su aprobación sujeta a las correcciones observadas. El fabricante debe realizar las correcciones que corresponda y entregar copias corregidas al propietario. La aprobación de los planos de taller, la aprobación "sujeta a las correcciones observadas," y otras aprobaciones similares constituyen la autorización para que el fabricante comience la fabricación. El fabricante mantiene la flexibilidad de determinar el cronograma de fabricación necesario para satisfacer los requerimientos del proyecto.

4.2.1. La aprobación por parte del representante autorizado del propietario de los planos de taller preparados por el fabricante indica que el fabricante ha interpretado correctamente los requisitos contractuales y puede basarse en estos planos durante el proceso de fabricación. Si el

fabricante debe seleccionar o completar detalles de las conexiones, esta aprobación constituye una aceptación por parte del representante autorizado del propietario de la responsabilidad por la idoneidad estructural de tales conexiones. Si un fabricante desea modificar una conexión que está plenamente detallada en la documentación técnica, el fabricante debe presentar la modificación para que sea revisada por el representante autorizado del propietario de un modo que indique claramente que se está solicitando un cambio. La aprobación de esta solicitud de cambio constituye la aceptación por parte del representante autorizado del propietario de la responsabilidad por la idoneidad estructural del detalle modificado. La aprobación bajo cualesquiera de las circunstancias descritas en la presente Sección no libera al fabricante de la responsabilidad por la precisión de las dimensiones detalladas en los planos de taller, ni del ensamblado general de las partes a ser ensambladas en obra.

4.2.2. A menos que específicamente se indique lo contrario, cualquier adición, delección o modificación indicada al aprobar los planos de taller y de erección significa que el propietario autoriza dicha adición, delección o revisión para la construcción.

4.3. Planos Provistos por el Propietario

Si los planos de taller son provistos por el propietario, éstos deben ser entregados al fabricante con tiempo suficiente para permitir la adquisición de los materiales y el inicio de la fabricación de forma ordenada y de acuerdo con el cronograma prescrito. El propietario debe preparar estos planos de taller, en la medida de lo posible, de acuerdo con las normas y estándares utilizados en el taller y la sala de dibujo del fabricante. El propietario es responsable de que los planos así provistos estén completos y sean precisos.

SECCIÓN 5. MATERIALES

5.1. Materiales Provistos por el Productor Metalúrgico

Cuando el fabricante recibe los planos y especificaciones "autorizados para la construcción," el fabricante puede inmediatamente realizar pedidos para adquirir los materiales necesarios para la fabricación. La documentación técnica debe notar cualquier material o área para los cuales no se deban ordenar los materiales en virtud de que el diseño no está completo o está sujeto a revisión.

5.1.1. Para demostrar que los materiales satisfacen las especificaciones ASTM se realizan ensayos en la planta del productor metalúrgico de acuerdo con los requisitos contractuales. A menos que la documentación técnica incluya requisitos especiales, los ensayos realizados en la planta del productor metalúrgico se limitan a los requeridos por las especificaciones ASTM correspondientes al material en cuestión. El fabricante solamente debe entregar los informes de estos ensayos si el propietario los solicita, ya sea en la documentación técnica o en un documento escrito anterior al momento en el cual el fabricante hace su pedido de materiales al productor metalúrgico.

5.1.2. Si el material recibido del productor metalúrgico no satisface las tolerancias de la norma ASTM A6 en cuanto a contraflecha, perfil, grado de aplanado o curvatura, el fabricante puede realizar trabajos correctivos utilizando calentamiento controlado y enderezamiento mecánico, con sujeción a las limitaciones establecidas en la Especificación AISC.

5.1.3. Los procedimientos correctivos descritos en la norma ASTM A6 para reacondicionar la superficie de las placas y perfiles de acero estructural antes de ser despachados de la planta del productor metalúrgico donde fueron producidos también pueden ser realizados por el fabricante, a opción del fabricante, cuando las variaciones descritas en ASTM A6 son descubiertas o se producen una vez que el acero es recibido del productor metalúrgico.

5.1.4. Si hay requisitos especiales que exigen tolerancias más restrictivas que las permitidas por la norma ASTM A6, estos requisitos deben estar definidos en la documentación técnica y el fabricante tiene la opción de poner en práctica medidas correctivas como las descritas anteriormente.

5.2. Materiales en Stock

5.2.1. Muchos fabricantes mantienen un stock de productos de acero para utilizar en sus operaciones de fabricación. Los materiales que el fabricante toma de su stock para utilizar con fines estructurales debe ser de una calidad como mínimo igual a la requerida por la norma ASTM aplicable a la clasificación que comprende el uso pretendido.

5.2.2. Los informes de los ensayos realizados en la planta del productor metalúrgico se aceptan como prueba suficiente de la calidad de los materiales guardados en stock por el fabricante. El fabricante debe revisar y mantener los registros de los ensayos realizados en la planta del productor metalúrgico correspondientes a los materiales que adquiere para guardar en stock, pero no es necesario que el fabricante lleve registros que identifiquen piezas individuales del material en stock contra los informes individuales de los ensayos realizados en la planta del productor metalúrgico. Estos registros no son necesarios si el fabricante adquiere material para guardar como stock bajo especificaciones establecidas en cuanto a grado y calidad.

5.2.3. Los materiales en stock que no se adquieren bajo especificaciones particulares o que se adquieren bajo especificaciones menos estrictas que las arriba mencionadas, o los materiales en stock para los cuales no hay informes de ensayos realizados en la planta del productor metalúrgico ni informes de otros ensayos reconocidos, no se deben utilizar sin autorización expresa del propietario, salvo en aquellos casos en los cuales la calidad del material no puede afectar la integridad de la estructura.

SECCIÓN 6. FABRICACIÓN Y ENTREGA

6.1. Identificación del Material

6.1.1. El acero de alta resistencia y el acero ordenado según requisitos especiales debe ser marcado por el proveedor, de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM A6, antes de su entrega al taller del fabricante o al sitio donde será utilizado.

6.1.2. El acero de alta resistencia y el acero ordenado según requisitos especiales que no haya sido marcado por el proveedor de acuerdo con el Artículo 6.1.1 no se debe utilizar hasta que su identificación haya sido establecida por medio de ensayos según lo especificado en el Artículo A3.1 de la Especificación AISC, y hasta que se haya aplicado la marca de identificación del fabricante, según lo descrito en el Artículo 6.1.3.

6.1.3. Durante la fabricación, hasta el momento de armar los elementos, cada pieza de acero de alta resistencia y de acero ordenado según requisitos especiales debe llevar una marca

de identificación del fabricante o una marca de identificación del proveedor original. La marca de identificación del fabricante debe ser de acuerdo con el sistema de identificación establecido por el fabricante, el cual está debidamente registrado y disponible para que el propietario o su representante, la autoridad fiscalizadora y el inspector puedan acceder a esta información antes que comience la fabricación.

6.1.4. Los elementos fabricados de acero de alta resistencia y acero ordenado según requisitos especiales no deben tener la misma marca de ensamblado o armado que los elementos fabricados de otros aceros, aún cuando tengan idénticas dimensiones y detalles.

6.2. Preparación del Material

6.2.1. El acero estructural se puede cortar térmicamente ya sea manual o mecánicamente.

6.2.2. Las superficies designadas en los planos como "acabadas" se definen como superficies que tienen un valor máximo de rugosidad ANSI igual a 500. Está permitido utilizar cualquier técnica de fabricación, como por ejemplo aserrado por fricción, aserrado en frío, fresado, etc., que produzca tal acabado.

6.3. Ajuste y Uniones

6.3.1. No es necesario rectificar en el plano de conexión los elementos salientes de los accesorios para las conexiones si es que se puede demostrar que instalando conectores u otros dispositivos se logrará un contacto razonable entre las superficies a conectar.

6.3.2. Para lograr soldaduras sanas a menudo se requieren lengüetas o piezas metálicas adicionales. El fabricante o armador no las debe eliminar a menos que la documentación técnica así lo especifique. Cuando se requiere su eliminación, éstas se pueden cortar por llama manualmente hasta el borde del elemento acabado sin que se requiera ningún acabado adicional, a menos que la documentación técnica especifique algún otro tipo de acabado.

6.3.3. Todos los bulones de alta resistencia para los materiales de conexión colocados en taller se deben instalar en el taller de acuerdo con el documento *Specification for Structural Joints Using A325 or A490 Bolts*, a menos que la documentación técnica especifique lo contrario.

6.4. Tolerancias en las Dimensiones

6.4.1. Se admite una variación de 1/32 in. en la longitud total de los elementos que tienen ambos extremos acabados para apoyo por contacto según se define en el Artículo 6.2.2.

6.4.2. Los elementos cuyos extremos no están acabados para apoyar por contacto y que se han de unir estructuralmente a otras partes de la estructura de acero pueden tener una variación respecto de la longitud detallada no mayor que 1/16 in. para los elementos cuya longitud es menor o igual que 30 ft, y no mayor que 1/8 in. para aquellos cuya longitud es mayor que 30 ft.

6.4.3. A menos que se especifique lo contrario, los elementos estructurales, ya sea que se trate de un único perfil laminado o un elemento compuesto, pueden desviarse de la condición recta dentro de las tolerancias permitidas por la Especificación ASTM A6 para los perfiles de ala

ancha, salvo que la tolerancia para la falta de rectitud de los elementos comprimidos es igual a 1/1000 de la longitud axial entre los puntos que tendrán apoyo lateral.

Los elementos terminados no deben tener torceduras, dobleces ni uniones abiertas. La presencia de dobladuras agudas es causal de rechazo del material.

6.4.4. Las vigas y celosías detalladas sin una contraflecha especificada se fabrican de modo que después del armado cualquier contraflecha debida al laminado o a la fabricación sea hacia arriba.

6.4.5. Cuando en la documentación técnica se especifican elementos que requieren contraflecha, la tolerancia para la fabricación en taller será de menos cero / más 1/2 in. para los elementos cuya longitud es menor o igual que 50 ft, o bien menos cero / más (1/2 in. + 1/8 in. por cada 10 ft de longitud o fracción en exceso de 50 ft de longitud) si el elemento tiene más de 50 ft de longitud. Los elementos recibidos del taller de laminación con el 75% de la contraflecha especificada no requieren trabajos adicionales. Para el propósito de las inspecciones, la contraflecha se debe medir en el taller del fabricante, sin cargas.

6.4.6. Cualquier variación admisible en las profundidades de las vigas puede provocar cambios abruptos de la profundidad en los empalmes. Cualquier diferencia de profundidad en una unión abulonada, dentro de las tolerancias especificadas, es absorbida por placas niveladoras. En las uniones soldadas el perfil de la soldadura se puede ajustar para que se adapte a la variación de profundidad, siempre que se provea la mínima sección transversal de soldadura requerida y que la pendiente de la superficie de soldadura satisfaga los requisitos del Código AWS.

6.5. Pintura Aplicada en Taller (Ver también el Artículo 3.1.7.)

6.5.1. La capa de pintura aplicada en taller es la capa de imprimación del sistema protector. Solamente protege al acero durante un período de tiempo breve bajo condiciones atmosféricas normales, y se considera una capa temporaria y provisoria. El fabricante no asume responsabilidad alguna por el deterioro de la capa de imprimación que se puede producir por exposición a condiciones atmosféricas normales, ni por exposición a condiciones corrosivas más agresivas que las condiciones atmosféricas normales.

6.5.2. En ausencia de otros requisitos en la documentación técnica, el fabricante debe limpiar a mano el acero para dejarlo libre de herrumbre suelto, escamas sueltas, polvo y otras materias extrañas, antes de colocar la capa de pintura, usando cepillos de alambre u otros métodos elegidos por el fabricante para satisfacer los requisitos de la norma SSPC-SP2. La calidad de la preparación superficial del fabricante se considerará aceptada por parte del propietario, a menos que éste la desaprobe específicamente antes de la aplicación de la pintura.

6.5.3. A menos que se especifique lo contrario, la pintura se debe aplicar usando pinceles, aerosoles, rodillos, por flujo o por inmersión, a opción del fabricante. Cuando se utilice el término "pintura aplicada en taller" sin especificar ningún sistema de aplicación, el fabricante deberá aplicar su pintura estándar hasta tener una capa de película seca con un espesor mínimo de una milipulgada.

6.5.4. El acero que no necesita ser pintado en taller se debe limpiar usando limpiadores al solvente para eliminar restos de aceite o grasa. También se debe eliminar el polvo y cualquier otro material extraño barriendo con un cepillo de fibras o aplicando algún otro método adecuado.

6.5.5. Es razonable anticipar que luego de la aplicación de la pintura los elementos sufrirán abrasiones durante las operaciones de manipulación. Retocar estas áreas defectuosas es responsabilidad del contratista que realiza el retoque o la aplicación de pintura en obra.

6.6. Marcas y Envío de los Materiales

6.6.1. Las marcas de armado se deben aplicar a los elementos usando pintura u otros medios adecuados, a menos que la documentación técnica especifique lo contrario.

6.6.2. Normalmente los remaches y bulones se envían en embalajes separados de acuerdo con su longitud y diámetro; las tuercas y arandelas se envían en embalajes separados de acuerdo con su diámetro. Los pasadores y otros elementos pequeños, junto con los paquetes de remaches, bulones, tuercas y arandelas, generalmente se envían en cajas, cajones o barriles. Generalmente en la parte externa de cada recipiente cerrado se coloca una lista y una descripción de los materiales que contienen.

6.7. Entrega de los Materiales

6.7.1. Los elementos de acero estructural fabricados se entregan en una secuencia tal que permita optimizar la eficiencia y el rendimiento económico tanto de la fabricación en taller como del armado en obra. Si el propietario desea especificar o controlar la secuencia de entrega de los materiales, el propietario se debe reservar dicho derecho y definir los requisitos en la documentación técnica. Si el propietario contrata separadamente la fabricación y el armado, el propietario debe coordinar la planificación entre ambos contratistas.

6.7.2. Los bulones de anclaje, las arandelas y otros materiales de anclaje o para armar emparrillados que se han de incorporar a la mampostería se deben enviar de modo que estén disponibles en el momento en que se los necesite. El propietario le debe otorgar al fabricante el tiempo suficiente para que fabrique y envíe estos materiales antes que se los necesite en obra.

6.7.3. Las cantidades de material indicadas en la factura de envío generalmente son aceptadas por el propietario, el fabricante y el armador como correctas. En caso de reclamar algún faltante, el propietario o el armador deben notificar de inmediato al transportista y al fabricante a fin de que el reclamo pueda ser investigado.

6.7.4. Las dimensiones y el peso de los componentes o elementos de acero estructural pueden estar limitados por la capacidad del taller, el peso y las luces admisibles en los transportes disponibles y las condiciones en el predio de la obra. El fabricante debe limitar el número de empalmes en obra a un número consistente con la minimización del costo del proyecto.

6.7.5. Si el material llega dañado al punto de entrega, es responsabilidad de la parte que lo recibe notificar rápidamente al fabricante y al transportista antes de proceder a descargar el material, o inmediatamente después de haber detectado los daños.

SECCIÓN 7. ARMADO

7.1. Método de Armado

Si el propietario desea controlar el método y la secuencia de armado, o si ciertos elementos no se pueden armar siguiendo la secuencia habitual, el propietario debe especificar este requisito en la documentación técnica. En ausencia de tales restricciones, el armador procederá usando el método y la secuencia más eficientes y económicos disponibles consistentes con la documentación técnica. Si el propietario contrata separadamente los servicios de fabricación y armado, el propietario será responsable por coordinar la planificación entre ambos contratistas.

7.2. Condiciones del Sitio de Emplazamiento de la Obra

El propietario debe proveer y mantener vías de acceso adecuadas hacia y a través del sitio de emplazamiento para permitir la entrega y el movimiento seguro de los camiones, grúas u otros equipos necesarios, además del material a instalar. El propietario le debe proveer al armador un espacio firme, adecuadamente nivelado, drenado, conveniente y apropiado dentro del predio para que el armador pueda operar sus equipos, y debe retirar todas las obstrucciones aéreas tales como cables de energía, cables telefónicos, etc., a fin de permitir un área de trabajo segura para el armado de los elementos de acero. El armador debe proveer e instalar la protección de seguridad requerida para sus propios trabajos. Cualquier protección requerida para contratistas de otras especialidades y que no son esenciales para el armado de los componentes de acero es responsabilidad del propietario. Si una vez concluidas las operaciones de armado del acero estructural la protección provista por el armador permanece en un área a ser utilizada por otros especialistas, el propietario será responsable por aceptar y mantener esta protección, asegurando que sea adecuada para la protección de los demás especialistas afectados, verificando que satisfaga todas las normas de seguridad aplicables, indemnizando al armador por cualquier daño incurrido como resultado del uso de la protección de seguridad por parte de otros especialistas, retirando los equipos de seguridad cuando ya no sean necesarios, y regresándolos al armador en las mismas condiciones en que fueron recibidos. Si la estructura no ocupa la totalidad del espacio disponible, el propietario debe proveer un espacio para almacenamiento o depósito que le permitan al fabricante y al armador trabajar con la mayor velocidad posible.

7.3. Fundaciones, Pilas y Estribos

La correcta ubicación, resistencia, idoneidad y acceso a todas las fundaciones, pilas y estribos es responsabilidad exclusiva del propietario.

7.4. Líneas de Edificación y Puntos Topográficos de Referencia

El propietario es responsable por la correcta ubicación de las líneas de edificación y los puntos topográficos de referencia en el predio de la estructura, y por proveerle al armador un plano que contenga toda la información pertinente. En cada nivel el propietario debe establecer las líneas de construcción paralelas y las cotas de referencia para que el armador las utilice para posicionar los elementos constructivos ajustables.

7.5. Instalación de Bulones de Anclaje y Elementos Embebidos

7.5.1. Los bulones de anclaje y bulones de fundación son colocados por el propietario de acuerdo con un plano aprobado. Estos no deben diferir de las dimensiones indicadas en los planos de armado en más de los siguientes valores:

- (a) 1/8 in. entre los centros de dos bulones cualesquiera de un mismo grupo de bulones de anclaje, donde un grupo de bulones de anclaje se define como el conjunto de bulones de anclaje que recibe una pieza individual.
- (b) 1/4 in. entre los centros de grupos de bulones de anclaje adyacentes.
- (c) Cota de la parte superior de los bulones de anclaje $\pm 1/2$ in.
- (d) Máxima acumulación de 1/4 in. por cada cien pies de longitud a lo largo de la línea de columnas establecida de múltiples grupos de bulones de anclaje, pero no más de 1 in. en total, donde la línea de columnas establecida es la línea real en obra más representativa de los centros de los grupos de bulones de anclaje "según lo construido" a lo largo de una línea de columnas.
- (e) 1/4 in. a partir del centro de cualquier grupo de bulones de anclaje hasta la línea de columnas establecida que atraviesa dicho grupo.
- (f) Las tolerancias de los párrafos b, c y d se aplican a las dimensiones desplazadas indicadas en los planos, medidas de forma paralela y perpendicular a la línea de columnas establecida para las columnas individuales indicadas en los planos a ser desplazadas a partir de las líneas de columnas establecidas.

7.5.2. A menos que se indique lo contrario, los bulones de anclaje se deben instalar perpendiculares a la superficie de apoyo teórica.

7.5.3. Otros elementos embebidos o materiales de conexión entre el acero estructural y los trabajos de otros especialistas deben ser ubicados y colocados por el propietario de acuerdo con planos de ubicación o armado aprobados. La precisión de estos elementos debe satisfacer los requisitos para las tolerancias de armado del Artículo 7.11.3.

7.5.4. Todos los trabajos realizados por el propietario se deben completar de manera de no demorar ni interferir con el armado del acero estructural.

7.6. Dispositivos de Apoyo

El propietario debe alinear y nivelar todas las placas niveladoras, tuercas niveladores y placas de apoyo sueltas que se puedan manejar sin utilizar grúas. El armador debe colocar y acuñar, calzar o ajustar todos los demás dispositivos de apoyo que han de soportar elementos de acero estructural usando tornillos niveladores de acuerdo con las líneas y niveles establecidos por el propietario. El fabricante debe proveer las cuñas, calces o tornillos niveladores requeridos y marcar claramente los dispositivos de apoyo con líneas de trabajo que faciliten su correcta alineación. Poco después de colocar cualquier dispositivo de apoyo el propietario debe verificar la alineación y las cotas, y cementar según sea necesario. La ubicación final y el correcto cementado de los dispositivos de apoyo son responsabilidad del propietario. La tolerancia en las cotas con relación a las cotas finales establecidas para los dispositivos de apoyo, ya sea instalados por el propietario o por el armador, es de $\pm 1/8$ in.

7.7. Conexiones en Obra

7.7.1. El fabricante debe proveer detalles de conexión en obra consistentes con los requisitos de la documentación técnica que, en la opinión del fabricante, permitirán la fabricación más económica y el menor costo de armado.

7.7.2. Si el acero estructural es armado por el fabricante, el fabricante debe proveer todos los materiales requeridos para la conexión temporaria y permanente de las partes componentes de acero estructural.

7.7.3. Si el acero estructural es armado por alguien diferente al fabricante, el fabricante debe proveer los siguientes materiales para las conexiones en obra:

- (a) Cantidad suficiente de bulones de los tamaños requeridos para todas las conexiones entre los elementos de acero que se han de realizar en obra y que han de quedar permanentemente abulonadas. A menos que se especifiquen bulones de alta resistencia u otros tipos de bulones y arandelas especiales, los bulones provistos serán bulones comunes. El fabricante debe proveer un 2 por ciento adicional de bulones de cada tamaño (diámetro y longitud).
- (b) Cantidad suficiente de remaches de los tamaños requeridos para todas las conexiones entre los elementos de acero que han de ser remachadas en obra. El fabricante debe proveer un 10 por ciento adicional de remaches de cada tamaño.
- (c) Los calces necesarios para el armado de las conexiones permanentes entre elementos de acero.
- (d) Las barras, lengüetas o piezas metálicas adicionales que puedan ser requeridas para las soldaduras en obra.

7.7.4. Si el acero estructural es armado por alguien diferente al fabricante, el armador debe proveer todos los electrodos para las soldaduras, y los bulones y pasadores de acoplamiento usados para armar el acero estructural.

7.7.5. Los conectores de corte a instalar en obra deben ser provistos por quien aplica los conectores de corte.

7.7.6. Los perfiles de apoyo para los tableros metálicos son responsabilidad del proveedor de los tableros metálicos.

7.8. Material Suelto

Los elementos sueltos de acero estructural que no van conectados al marco estructural son colocados por el propietario sin ayuda del armador, a menos que la documentación técnica especifique lo contrario.

7.9. Apoyos Temporarios de los Marcos de Acero Estructural

7.9.1. Requisitos Generales

Los elementos de sustentación temporarios, tales como los contravientos, riostras, apuntalamiento, soportes u otros elementos temporarios requeridos para las operaciones de armado deben ser determinados, provistos e instalados por el armador. Estos elementos temporarios deben asegurar el marco de acero, o cualquier marco de acero parcialmente armado, contra cargas con una intensidad comparable a la de aquellas para las cuales se diseñó la estructura, cargas debidas al viento, los esfuerzos sísmicos y las operaciones de armado, pero no para las cargas debidas a la realización de trabajos u otras acciones de terceros, ni para cargas imprevistas tales como las provocadas por tornados, explosiones o colisiones.

7.9.2. Marcos de Acero Autoportantes

Un marco de acero autoportante es aquél que proporciona la estabilidad y resistencia requeridas frente a las acciones gravitatorias, eólicas y sísmicas de diseño sin interactuar con otros elementos de la estructura. El armador solamente debe proveer e instalar los apoyos temporarios que son necesarios para asegurar cualquier elemento o elementos del marco de acero hasta que éstos sean estables sin apoyos externos.

Cualquier secuencia de armado especial u otras consideraciones necesarias para proveer estabilidad durante el proceso de armado deben estar indicadas detalladamente en la documentación técnica.

7.9.3. Marcos de Acero que No Son Autoportantes

Un marco de acero no autoportante es aquél que, una vez que está totalmente armado y conectado, debe interactuar con otros elementos no clasificados como acero estructural para lograr la estabilidad y resistencia necesarias para resistir las cargas para las cuales el marco está diseñado. Estos marcos deben estar claramente designados como "no autoportantes." Los elementos importantes no clasificados como acero estructural, tales como los diafragmas consistentes en tableros de acero o los muros estructurales de hormigón y/o mampostería, deben estar identificados en la documentación técnica.

Cuando los elementos no clasificados como acero estructural interactúan con elementos de acero estructural para proporcionar estabilidad y/o resistencia para resistir las cargas, el propietario es responsable por la instalación, la idoneidad de la estructura durante la instalación y la finalización a tiempo de todos estos elementos. La documentación técnica debe especificar la secuencia y el cronograma de colocación de dichos elementos y los efectos de las cargas impuestas al marco de acero estructural por los elementos parcial o completamente instalados que interactúan con el mismo. El armador debe proveer e instalar los apoyos temporarios necesarios de acuerdo con esta información, pero no asume responsabilidad por la secuencia especificada.

7.9.4. Condiciones de Armado Especiales

Cuando el diseño conceptual de una estructura depende del uso de puntales regulables, gatos o cargas que se deben regular a medida que la erección progresa para ajustar o mantener flechas o tensiones de pretensado, este requisito debe estar específicamente indicado en la documentación técnica.

7.9.5. Retiro de los Apoyos Temporarios

Los contravientos, riostras, apuntalamientos, soportes u otros elementos temporarios requeridos para las operaciones de armado, los cuales son provistos e instalados por el armador, no son propiedad del propietario.

En las *estructuras autoportantes* los elementos de apoyo temporarios no son necesarios una vez que los componentes de acero estructural de un elemento autoportante están instalados y conectados respetando las tolerancias requeridas. Luego de realizar las conexiones necesarias el armador ya no es responsable por los apoyos temporarios del elemento autoportante, y por lo tanto puede retirar dichos apoyos temporarios.

En las *estructuras no autoportantes* el armador puede retirar los apoyos temporarios una vez que los elementos de acero no estructural están terminados. Los apoyos temporarios no se deben retirar sin el consentimiento del armador. Una vez finalizadas las operaciones de armado del

acero, cualquier apoyo temporario que sea necesario dejar en su lugar deben ser retirados por el propietario y devueltos al armador en buenas condiciones.

7.9.6. Apoyos Temporarios para Otros Trabajos

Si se requieren apoyos temporarios además de aquellos que son responsabilidad del armador definidos en los Artículos 7.9.1, 7.9.2 y 7.9.3, ya sea durante o después del armado del acero estructural, la responsabilidad por la provisión e instalación de dichos apoyos será del propietario.

7.10. Pisos y Barandas Temporarias

El armador debe proveer pisos, barandas y pasarelas según lo exigen las normativas de seguridad aplicables para la protección de su propio personal. A medida que la obra progresa, el armador puede retirar estos elementos de las unidades en las cuales las operaciones de armado han sido completadas, a menos que la documentación técnica especifique lo contrario. El propietario es responsable por todos los elementos de protección necesarios para los demás especialistas. Cuando se utilizan tableros metálicos permanentes como pisos protectores y estos tableros son instalados por el propietario, todos los trabajos de instalación se deben realizar de manera de no demorar ni interferir con el progreso de y deben ser programados e instalados por el propietario usando una secuencia adecuada para satisfacer todas las normativas de seguridad. (Ver Sección 7.2.)

7.11. Tolerancias para los Marcos

7.11.1. Dimensiones Globales

Es razonable anticipar que habrá alguna variación en las dimensiones globales de los marcos de acero estructural. Estas variaciones se consideran dentro de los límites de las buenas prácticas cuando no superan el efecto acumulado de las tolerancias de laminado, las tolerancias de fabricación y las tolerancias de armado.

7.11.2. Puntos de Referencia y Líneas de Referencia

Las tolerancias de armado se definen en relación con los puntos de referencia y las líneas de referencia de los elementos de la siguiente manera:

- (a) Para los elementos no horizontales, el punto de referencia del elemento es el centro real del elemento en cada extremo de la pieza individual.
- (b) Para los elementos horizontales, el punto de referencia es la directriz real del ala superior o la superficie superior en cada extremo.
- (c) Para mayor facilidad se pueden utilizar otros puntos de referencia, siempre que éstos se basen en estas definiciones.
- (d) La línea de referencia de un elemento es la recta que conecta los puntos de referencia del elemento.

7.11.3. Posición y Alineación

Las tolerancias para la posición y alineación de los puntos de referencia y las líneas de referencia de un elemento son como se describe a continuación:

7.11.3.1. Columnas

Las columnas individuales se consideran verticalizadas si la desviación de la línea de referencia respecto de una línea vertical es menor o igual que 1:500, con sujeción a las siguientes limitaciones:

- (a) Los puntos de referencia de las columnas individuales adyacentes a los conductos para los ascensores no pueden estar desviados una distancia mayor que 1 in. a partir de la línea de columnas establecida en los primeros 20 pisos; por encima de este nivel, la desviación se puede incrementar 1/32 in. por cada piso adicional hasta un máximo de 2 in.
- (b) Los puntos de referencia de las columnas individuales exteriores no pueden estar desviados una distancia mayor que 1 in. hacia la línea de edificación ni 2 in. alejándose de la línea de edificación en los primeros 20 pisos; por encima del piso 20, la desviación se puede incrementar 1/16 in. por cada piso adicional, pero no puede ser mayor que 2 in. hacia la línea de edificación ni 3 in. alejándose de la misma.
- (c) Los puntos de referencia de las columnas individuales exteriores en cualquier nivel de empalme (en el caso de los edificios en los cuales hay empalmes en las columnas) y en las partes superiores de las columnas (en los edificios en los cuales las columnas son piezas individuales) no pueden caer fuera de una envolvente horizontal, paralela a la línea de edificación, de 1½ in. de ancho para edificios de hasta 300 ft de longitud. El ancho de la envolvente se puede incrementar ½ in. por cada 100 ft de longitud adicional, pero en ningún caso puede ser mayor que 3 in.
- (d) Los puntos de referencia de las columnas individuales exteriores no pueden estar desviados de la línea de columnas establecida, en dirección paralela a la línea de edificación, una distancia mayor que 2 in. en los primeros 20 pisos; por encima del piso 20, la desviación se puede incrementar 1/16 in. por cada piso adicional, pero la desviación total paralela a la línea de edificación no puede ser mayor que 3 in.

7.11.3.2. Todos los Demás Elementos

- (a) La alineación de los elementos que consisten en una pieza individual recta sin empalmes en obra, a excepción de los elementos en voladizo, se considera aceptable si la variación de la alineación es debida exclusivamente a la variación de la alineación de la columna y/o a la alineación del elemento portante principal dentro de los límites admisibles de fabricación y armado de dichos elementos.
- (b) La cota de los elementos que se conectan a las columnas se considera aceptable si la distancia entre el punto de referencia del elemento y la línea de empalme superior de la columna no difiere más de +3/16 in. ni -5/16 in. de la distancia especificada en los planos.
- (c) La cota de los elementos que consisten en una pieza individual, a excepción de los elementos conectados a las columnas, se considera aceptable si la variación de la cota real es debida exclusivamente a la variación de la cota de los elementos portantes que están dentro de los límites admisibles para la fabricación y armado de dichos elementos.
- (d) Las piezas individual que forman parte de unidades armadas en obra y que contienen empalmes realizados en obra entre sus puntos de apoyo se consideran verticalizadas,

- niveladas y alineadas si la variación angular de la línea de referencia de cada pieza individual respecto de lo indicado en el plano es menor o igual que 1:500.
- (e) Los elementos en voladizo se consideran verticalizados, nivelados y alineados si la variación angular entre la línea de referencia respecto de una recta trazada a partir del punto de referencia en su extremo soportado que se extiende en la dirección indicada en el plano es menor o igual que 1:500.
 - (f) Los elementos de geometría irregular se consideran verticalizados, nivelados y alineados si el elemento fabricado está dentro de sus tolerancias y los elementos sobre los cuales se apoya están dentro de las tolerancias especificadas en este Código.

7.11.3.3. Elementos Ajustables

La alineación de dinteles, apoyos para tabiques, entreventanas y elementos de apoyo similares para el uso de otros especialistas que requieren límites más estrictos que las tolerancias antes especificadas no se puede garantizar a menos que los planos del propietario exijan conexiones ajustables entre estos elementos y el marco estructural. El fabricante podrá proveer conexiones no ajustables, a menos que la documentación técnica específicamente indique que deben ser ajustables. Cuando se especifican conexiones ajustables, los planos del propietario deben indicar el ajuste total requerido para acomodar las tolerancias del marco de acero para la correcta alineación de estos apoyos para los demás contratistas. Las tolerancias para la posición y alineación de tales elementos ajustables son las siguientes:

- (a) Los elementos ajustables se consideran correctamente ubicados en su posición vertical si su ubicación está a una distancia menor o igual que 3/8 in. de la ubicación establecida a partir de la línea de empalme superior de la columna más cercana hasta la ubicación del apoyo según lo especificado en los planos.
- (b) Los elementos ajustables se consideran correctamente ubicados en su posición horizontal si su ubicación está a una distancia menor o igual que 3/8 in. a partir de la ubicación correcta en relación con la línea final establecida en cualquier piso particular.
- (c) Los extremos de los elementos regulables que se encuentran se consideran correctamente ubicados si están alineados a una distancia de 3/16 in. entre sí tanto vertical como horizontalmente.

7.11.4. Responsabilidad por los Franqueos

En el diseño de una estructura de acero el propietario es responsable por los franqueos y ajustes del material suministrado por otros especialistas a fin de acomodar todas las tolerancias antes especificadas para el marco de acero estructural.

7.11.5. Aceptabilidad de la Posición y Alineación de los Elementos de Acero

Antes de colocar o aplicar cualquier otro material, el propietario es responsable de determinar que la ubicación del acero estructural es aceptable desde el punto de vista de la verticalidad, horizontalidad y alineación dentro de las tolerancias. El armador será notificado debidamente de la aceptación por parte del propietario, o bien se le proveerá una lista de elementos específicos a corregir a fin de obtener la aceptación. Esta notificación se entrega inmediatamente después de completar una parte del trabajo y antes que comiencen a trabajar otros especialistas cuyos trabajos pueden estar soportados por, conectados a, o aplicados sobre, el marco de acero estructural.

7.12. Corrección de Errores

Las operaciones de armado normales incluyen corregir las desviaciones menores mediante fresado, cincelado, soldaduras o cortes moderados, y llevar los elementos a su posición de alineación usando pasadores de acoplamiento. Los errores que no pueden ser corregidos aplicando estos métodos, o los errores que requieren introducir grandes modificaciones a la configuración de los elementos, deben ser informados de inmediato por el armador al propietario y al fabricante, para permitir que la persona responsable corrija el error o apruebe el método de corrección más eficiente y económico a ser utilizado por terceros.

7.13. Cortes, Alteraciones y Orificios para Otros Especialistas

Ni el fabricante ni el armador pueden cortar, perforar o alterar sus trabajos, ni los trabajos de otros especialistas, para acomodar los trabajos de otros especialistas, a menos que estas operaciones estén claramente especificadas en la documentación técnica. Si se especifican este tipo de operaciones, el propietario es responsable por proveer información completa en cuanto a los materiales, dimensiones, ubicación y número de alteraciones con tiempo suficiente para no demorar la preparación de los planos de taller.

7.14. Manipulación y Almacenamiento

El armador debe tomar recaudos razonables para manipular y almacenar correctamente el acero durante las operaciones de armado a fin de evitar la acumulación de polvo y materias extrañas. El armador no es responsable por limpiar el acero para eliminar el polvo, la suciedad u otros materiales extraños que se acumulan durante el período de armado como resultado de las condiciones en obra o de la exposición a la intemperie.

7.15. Pintura Aplicada en Obra

El armador no pinta las cabezas de los bulones y tuercas instalados en obra, las cabezas de los remaches colocados en obra ni las soldaduras realizadas en obra, ni tampoco retoca las abrasiones sufridas por la capa aplicada en taller, ni aplica ningún otro tipo de pintura en obra.

7.16. Limpieza Final

Una vez completado el armado y antes de la aceptación final, el armador debe retirar todos sus encofrados, escombros y construcciones temporarias.

SECCIÓN 8. CONTROL DE LA CALIDAD

8.1. Requisitos Generales

8.1.1. El fabricante debe mantener un programa de control de la calidad con el alcance necesario para asegurar que los trabajos se realicen de acuerdo con este Código, la Especificación AISC y la documentación técnica. El fabricante tiene la opción de utilizar el Programa de Certificación de la Calidad de AISC para establecer y administrar su programa de control de la calidad.

8.1.2. El armador debe mantener un programa de control de la calidad con el alcance que el armador considere necesario para asegurar que los trabajos se realicen de acuerdo con este

Código, la Especificación AISC y la documentación técnica. El armador debe ser capaz de realizar el armado del acero estructural, y debe proveer los equipos, obreros y dirección de obra adecuados para el alcance, la magnitud y la calidad requerida en cada proyecto.

8.1.3. Si el propietario requiere un control de calidad más exhaustivo o una inspección independiente por parte de personal calificado, o si requiere que el fabricante esté certificado bajo el Programa de Certificación de la Calidad de AISC, este requisito debe estar claramente especificado en la documentación técnica, incluyendo una definición del alcance de dicha inspección.

8.2. Inspección del Material Provisto por el Producto Metalúrgico

Habitualmente el fabricante realiza una inspección visual, pero no realiza ningún ensayo de materiales, confiando en los informes entregados por el productor metalúrgico para determinar que el producto recibido satisface los requisitos establecidos en la orden de pedido de los materiales. El propietario confía en los ensayos requeridos por contrato realizados por el productor metalúrgico, y también en los ensayos adicionales que le ordena al fabricante realizar a costa del propio propietario. Si las operaciones de inspección en la planta metalúrgica han de ser monitoreadas, o si se requieren otros ensayos además de los ensayos en la planta metalúrgica, el propietario debe especificar estos requisitos en la documentación técnica y debe programar estos ensayos a través del fabricante de manera de asegurar su coordinación.

8.3. Ensayos No Destructivos

Si se requieren ensayos no destructivos, el procedimiento, la extensión, las técnicas a utilizar y los criterios de aceptación deben estar claramente definidos en la documentación técnica.

8.4. Inspección de la Preparación Superficial y la Pintura Aplicada en Taller

Se debe programar una inspección de la preparación superficial y la pintura aplicada en taller para la aceptación de cada operación completada por el fabricante. La inspección del sistema de pintura, incluyendo el material y el espesor, se realiza rápidamente luego de completar la aplicación de la pintura. Si se ha de inspeccionar el espesor de la película de pintura húmeda, este espesor se ha de medir durante la aplicación.

8.5. Inspecciones Independientes

Si la documentación técnica especifica que se han de realizar inspecciones por parte de personal diferente al del fabricante y el armador, ambas partes firmantes del contrato incurren en obligaciones relativas a la realización de la inspección.

8.5.1. El fabricante y el armador le deben permitir al inspector acceso a todos los sitios en los cuales están trabajando. Se debe presentar una notificación como mínimo 24 horas antes de iniciar los trabajos.

8.5.2. La inspección de los trabajos en taller por parte del propietario o su representante se realiza en el taller del fabricante tanto como sea posible. Estas inspecciones se debe realizar secuencialmente, a su debido tiempo y de manera tal de no perturbar las operaciones de fabricación, y deberán permitir la reparación de los trabajos "no conformes" antes de aplicar

cualquier pintura requerida mientras el material aún está siendo procesado en el taller de fabricación.

8.5.3. La inspección de los trabajos en obra se debe completar rápidamente de manera que se puedan realizar las correcciones necesarias sin demorar el progreso de los trabajos.

8.5.4. Se pueden rechazar materiales o productos que no estén en conformidad con la documentación técnica en cualquier momento durante la ejecución de los trabajos. Sin embargo, este requisito no alivia al propietario de su obligación de realizar las inspecciones en forma secuencial y a su debido tiempo.

8.5.5. Se deberán entregar copias de todos los informes preparados por el representante del propietario que realiza la inspección al fabricante y al armador inmediatamente después de realizada la inspección, a fin de permitir que las correcciones necesarias sean realizadas prontamente.

8.5.6. El representante del propietario que realiza las inspecciones no puede sugerir, dirigir o aprobar al fabricante o al armador para que se desvíen de la documentación técnica o de los planos de taller aprobados, ni aprobar estas desviaciones, sin la aprobación expresa por escrito del proyectista o diseñador o de la persona designada como representante autorizado del propietario.

SECCIÓN 9. CONTRATOS

9.1. Tipos de Contratos

9.1.1. Para los contratos que estipulan un precio único global, los trabajos que deben ser realizados por el fabricante y el armador deben estar definidos en su totalidad en la documentación técnica.

9.1.2. Para los contratos que estipulan un precio por peso, el alcance de los trabajos, el tipo de materiales, las características de fabricación y las condiciones de armado se basan en la documentación técnica, la cual debe ser representativa de los trabajos a realizar.

9.1.3. Para los contratos que estipulan un precio por elemento, los trabajos que deben ser realizados por el fabricante y el armador se basan en la cantidad y la naturaleza de los elementos descritos en la documentación técnica.

9.1.4. Para los contratos que estipulan precios unitarios para diferentes categorías de acero estructural, el alcance de los trabajos que deben ser realizados por el fabricante y el armador se basan en la cantidad, la naturaleza y la complejidad de los elementos en cada categoría según lo descrito en la documentación técnica. La documentación técnica debe ser representativa de los trabajos a realizar en cada categoría.

9.2. Cálculo de los Pesos

A menos que el contrato especifique lo contrario, en el caso de los contratos que estipulan un precio por peso de acero estructural fabricado entregado y/o armado, las cantidades de los materiales a los efectos de los pagos se determinan calculando el peso bruto de los materiales tal como están indicados en los planos de taller.

9.2.1. Se asume que el peso unitario del acero es de 490 libras por pie cúbico. El peso unitario de los demás materiales será de acuerdo con los datos publicados por el fabricante para cada producto en particular.

9.2.2. Los pesos de los perfiles, placas, barras, caños y tubos estructurales se calculan en base a los planos de taller que indican las cantidades y dimensiones reales del material provisto, de la siguiente manera:

- (a) El peso de todos los perfiles estructurales, caños de acero y tubos estructurales se calcula usando el peso nominal por pie de longitud y la longitud total detallada.
- (b) El peso de las placas y barras se calcula usando las dimensiones rectangulares globales detalladas.
- (c) Si se pueden cortar múltiples partes a partir de un material de dimensiones mayores, el peso se calcula en base a las dimensiones rectangulares teóricas del material a partir del cual se cortan las partes.
- (d) Si se cortan partes a partir de perfiles estructurales, obteniéndose como subproducto secciones de dimensiones no normalizadas no utilizables en el mismo contrato, el peso se calcula en base al peso unitario nominal de la sección a partir de la cual se cortan las partes.
- (e) No se han de hacer deducciones por el material retirado por cortes, copes, recortes, perforaciones, sondeos, fresado, ranurado, cepillado o preparación de las soldaduras.

9.2.3. Los pesos calculados de las piezas fundidas se determinan a partir de los planos de taller de las piezas. Se suma un 10 por ciento para considerar los chaflanes y desbordes. Si están disponibles, se pueden utilizar los pesos en balanza de las piezas fundidas en bruto.

9.2.4. Los elementos cuyos pesos están indicados en las tablas del documento *AISC Manual of Steel Construction* se calculan en base a los pesos unitarios tabulados.

9.2.5. El peso de los elementos no incluidos en las tablas del documento *AISC Manual of Steel Construction* se deben tomar de los catálogos de los fabricantes y se debe utilizar el peso de envío del fabricante.

9.2.6. El peso del metal utilizado para soldar en taller o en obra y los recubrimientos protectores no se incluye en el peso calculado a los fines de los pagos.

9.3. Revisión de la Documentación Técnica

9.3.1. La documentación técnica se revisa mediante la emisión de nuevos documentos o la reemisión de los documentos existentes. En cualquiera de ambos casos, todas las revisiones, incluyendo aquellas revisiones comunicadas por anotación de los planos de taller o de armado, deben estar indicadas clara e individualmente, y los documentos fechados e identificados con un número de revisión. Todos los planos contractuales deben estar identificados mediante el mismo número de plano durante la totalidad de la duración de los trabajos, independientemente de la revisión. El proyectista o diseñador es responsable por la revisión del diseño estructural global a fin de identificar todos los componentes que serán afectados por un cambio introducido en un componente individual.

9.3.2. Una revisión de los requisitos de la documentación técnica se realiza mediante una orden de modificación, orden de trabajo adicional o anotaciones en los planos de taller y armado cuando éstos son devueltos luego de su aprobación.

9.3.3. A menos que específicamente se indique lo contrario, la emisión de una revisión constituye la autorización para la construcción de dicho documento por parte del propietario.

9.4. Ajuste del Precio Contratado

9.4.1. Cuando el alcance de los trabajos y las responsabilidades del fabricante y el armador varían respecto de lo establecido anteriormente en la documentación técnica, el precio contratado se debe modificar en consecuencia. Para calcular el ajuste del precio contratado, el fabricante y el armador deben considerar la cantidad de trabajo sumado o restado, las modificaciones de la naturaleza de los trabajos, y la anticipación con que se comunicaron los cambios con respecto del estado del pedido de los materiales y de las operaciones de detallado, fabricación y armado.

9.4.2. Las solicitudes de ajuste del precio contratado deben ser presentadas por el fabricante y el armador en su debido tiempo, y deben estar acompañadas por una descripción del cambio que tenga un nivel de detalle suficiente para permitir su evaluación y aprobación a su debido tiempo por parte del propietario.

9.4.3. Los contratos que estipulan precios por peso y precios por elemento generalmente tienen cláusulas que prevén adiciones o disminuciones de la cantidad del trabajo antes del momento en que el trabajo es autorizado para la construcción. Los cambios en la naturaleza de los trabajos, en cualquier momento, o la adición y/o eliminación de trabajos una vez que están autorizados para el detallado, la fabricación o el armado pueden requerir un ajuste del precio contratado.

9.5. Cronograma

9.5.1. La documentación técnica especifica el cronograma para la ejecución de los trabajos. Este cronograma establece cuándo los planos "autorizados para la construcción" serán emitidos y cuándo el predio, las fundaciones, las pilas y estribos estarán listos, libres de obstrucciones y accesibles para el armador, de modo que el armado pueda comenzar en el momento establecido y continuar sin interferencias ni demoras atribuibles por el propietario u otros especialistas.

9.5.2. El fabricante o el armador tienen la obligación de notificarle al propietario, a su debido tiempo, del efecto que una revisión tendrá sobre el cronograma especificado en el contrato.

9.5.3. Si la fabricación o el armado se ven demorados significativamente debido a las revisiones del diseño, o por causas que son atribuibles al propietario, el fabricante y el armador deben ser compensados por los costos adicionales incurridos.

9.6. Forma de Pago

La forma de pago del contrato debe estar definida en la documentación técnica.

SECCIÓN 10. ACERO ESTRUCTURAL EXPUESTO ARQUITECTÓNICAMENTE

10.1. Alcance

Esta sección del Código define requisitos adicionales que se aplican solamente a los elementos específicamente designados en la documentación técnica como "Elementos de Acero Estructural Expuestos Arquitectónicamente" (AESS, según sus siglas en Inglés). Todos los requisitos de las Secciones 1 a 9 del Código son aplicables a menos que en esta sección sean modificados expresamente. Los elementos o componentes de acero estructural expuesto arquitectónicamente se deben fabricar y armar respetando las prácticas y tolerancias indicadas en esta sección.

10.2. Información Adicional Requerida en la Documentación Técnica

- (a) Identificación específica de los elementos o componentes que han de ser de acero estructural expuesto arquitectónicamente.
- (b) Las tolerancias de fabricación y armado que sean más restrictivas que las dispuestas en esta sección.
- (c) Si corresponde, los requisitos para la realización de un panel o componentes de prueba para la inspección y establecimiento de estándares antes del inicio de la fabricación.

10.3. Fabricación

10.3.1. Secciones Laminadas

Las tolerancias admisibles para la falta de escuadra o la falta de paralelismo, la altura, el ancho y la simetría de las secciones laminadas son como se establecen en la Especificación ASTM A6. No se realiza ningún intento de hacer coincidir las configuraciones de secciones transversales que se encuentran, a menos que la documentación técnica exija hacerlo de forma expresa. Las tolerancias para la rectitud de los elementos fabricados serán un medio de las tolerancias estándares establecidas en la Especificación ASTM A6 para las flechas y contraflechas.

10.3.2. Elementos Armados

Las tolerancias para las dimensiones globales de los elementos formados por soldadura de una serie de placas, barras y perfiles se limitan a la acumulación de las tolerancias admisibles de las partes componentes de acuerdo con la Especificación ASTM A6. Las tolerancias para la rectitud del elemento armado en su conjunto serán de un medio de las tolerancias estándares establecidas en la Especificación ASTM A6 para las flechas y contraflechas.

10.3.3. Visibilidad de las Soldaduras

Se reconoce que el grado de visibilidad de las soldaduras, definida como cualquier indicación visual de la presencia de una o más soldaduras que se encuentran del lado del elemento que no está a la vista del observador, depende del tamaño de la soldadura y del espesor del material. Los elementos o componentes serán aceptables tal como son producidos, a menos que la documentación técnica incluya criterios de aceptación específicos referidos a la visibilidad de las soldaduras.

10.3.4. Uniones

Todos los recortes, ingletes y cortes a tope realizados en las superficies que quedarán a la vista se realizan con luces uniformes de 1/8 in. si se trata de uniones abiertas, o con un grado de contacto razonable si se trata de uniones cerradas o sin luz.

10.3.5. Soldaduras

Todas las superficies que quedarán a la vista serán aceptables "tal como han sido soldadas" siempre y cuando sean razonablemente suaves y uniformes. Las soldaduras a tope y las soldaduras de tapón no se deben proyectar más de 1/16 in. a partir de la superficie expuesta. No se requiere ningún acabado o pulido excepto cuando estas operaciones sean requeridas por las luces o el encastre con otros componentes, o cuando sean específicamente requeridas por la documentación técnica.

10.3.6. Acero Patinable

Los elementos fabricados de acero patinable y que han de quedar a la vista no deben tener marcas de armado ni otras marcas pintadas sobre las superficies que han de quedar expuestas una vez que la estructura esté terminada. Si se requiere algún otro tipo de limpieza además de la especificada en la SSPC-SP6, estos requisitos deben estar definidos en la documentación técnica.

10.4. Entrega de los Materiales

El fabricante debe tener especial cuidado para evitar que los elementos individuales se doblen, tuerzan o sufran otro tipo de distorsiones.

10.5. Armado

10.5.1. Requisitos generales

El armador debe tener especial cuidado al descargar, manipular e instalar los elementos y componentes de acero a fin de evitar marcarlos o distorsionarlos. También debe cuidar de minimizar los daños sufridos por cualquier pintura que haya sido aplicada en taller. Si se utilizan riostras o abrazaderas temporarias, se debe tener cuidado para evitar que al retirarlas las superficies se vean dañadas. Las soldaduras de punto se deben pulir y los orificios se deben llenar con metal de soldadura y luego emparejar mediante pulido o limado. El armador debe planificar y ejecutar todas las operaciones de modo tal de no afectar el buen encuadre y la apariencia de la estructura.

10.5.2. Tolerancias para el Armado

A menos que la documentación técnica específicamente indique lo contrario, los elementos y componentes se deben verticalizar, nivelar y alinear con una tolerancia no mayor que la mitad de los valores permitidos para el acero estructural. Estas tolerancias para el armado del acero estructural expuesto arquitectónicamente requieren que los planos del propietario especifiquen conexiones ajustables entre estos elementos y el marco de acero estructural o los apoyos de mampostería u hormigón, a fin de proveerle al armador un medio para realizar los ajustes necesarios.

10.5.3. Componentes con Respaldo de Hormigón

Si los componentes de acero estructural expuesto arquitectónicamente tienen respaldo de hormigón, es responsabilidad del contratista general proveer suficientes puntales, tirantes y contrafuertes para impedir que los componentes de acero estructural expuesto arquitectónicamente pandeen, se comben, etc. como resultado del peso y la presión del hormigón húmedo.

Comentario sobre el Código de Práctica Normalizada para Edificios y Puentes de Acero

Adoptado en forma efectiva el 10 de Junio de 1992
American Institute of Steel Construction, Inc.

PRÓLOGO

El objetivo de este Comentario es ayudarle a los usuarios del Código a comprender los antecedentes, fundamentos e intención de sus requisitos.

Cada sección del Comentario está numerada de acuerdo con las correspondientes secciones del Código. Este documento no discute todas las secciones del Código; hemos incluido sólo aquellas secciones para las cuales creemos que una explicación adicional podría resultar de utilidad.

Aunque se han tomado todas las precauciones necesarias para asegurar que todos los datos e información presentados tengan toda la precisión y exactitud posibles, el Instituto no puede asumir responsabilidad alguna por los errores u omisiones en la información aquí publicada, ni por el uso de la información publicada, ni por la incorporación de dicha información en la preparación de planos de ingeniería. Las figuras se incluyen exclusivamente a título ilustrativo, y no es la intención que sean aplicables a ningún diseño real. Esta información no debe reemplazar el criterio profesional de un arquitecto o ingeniero capacitado y experimentado quien tiene a su cargo la responsabilidad por el diseño de una estructura determinada.

Comentario sobre el Código de Práctica Normalizada para Edificios y Puentes de Acero

Adoptado en forma efectiva el 10 de Junio de 1992
American Institute of Steel Construction, Inc.

SECCIÓN 1. REQUISITOS GENERALES

1.1 Campo de Validez

Este Código no es aplicable a los edificios metálicos, los cuales son el objeto de las normas publicadas por la Metal Building Manufacturers Association en su *Metal Building Systems Manual*. AISC no ha participado en el desarrollo del Código MBMA y, por lo tanto, no asume ninguna posición ni es responsable por ninguno de sus requisitos.

Este Código no es aplicable a las vigas de acero estándares, las cuales son el objeto del documento *Recommended Code of Standard Practice for Steel Joists*, publicado por el Steel Joist Institute. AISC no ha participado en el desarrollo del Código del SJI y, por lo tanto, no asume ninguna posición ni es responsable por ninguno de sus requisitos.

SECCIÓN 2. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

2.2. Otros Elementos Metálicos o de Acero

Estos elementos incluyen materiales que pueden ser provistos por el fabricante de acero pero que requieren coordinación con otros proveedores y especialistas. Si estos elementos han de ser provistos por el fabricante, deben estar específicamente indicados y detallados en la documentación técnica.

SECCIÓN 3. PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1. Acero Estructural

Las especificaciones técnicas de un proyecto varían enormemente en cuanto a su complejidad y la cantidad de información que contienen. Existe un beneficio para el propietario si las especificaciones le dejan al contratista una flexibilidad razonable para realizar los trabajos. Sin embargo, los requisitos críticos que afectan la integridad de la estructura, o aquellos necesarios para proteger la integridad de la estructura, deben estar cubiertos por la documentación técnica. Incluimos la siguiente lista a título de referencia.

Códigos y especificaciones que rigen el acero estructural

Especificaciones de los materiales

Informes de los ensayos realizados en la planta del productor metalúrgico

Configuración de las uniones soldadas
Calificación de los procedimientos de soldadura
Especificaciones para las uniones abulonadas
Requisitos especiales para el trabajo de otros especialistas
Lengüetas o piezas metálicas adicionales necesarias para las soldaduras
Riostras contraviento
Conexiones o datos para el desarrollo de las conexiones
Rigidizadores de las columnas
Placas de refuerzo para las almas de las columnas
Rigidizadores de apoyo a colocar en las vigas
Armadura de alma
Aberturas para otros especialistas
Preparación de las superficies y pintura en taller
Inspecciones en taller
Inspecciones en obra
Ensayos no destructivos, incluyendo criterios de aceptación
Requisitos especiales referidos a la entrega
Limitaciones especiales referidas al armado
Arriostramiento y apoyos temporarios de las estructuras no autoportantes
Tolerancias especiales de fabricación y armado para el acero estructural expuesto arquitectónicamente
Requisitos especiales para determinar los pesos a los fines del pago

Los planos de acero estructural deben indicar las cotas de todos los elementos además de las dimensiones a los ejes de todos los elementos (o la parte posterior de los perfiles o canales) en relación con las cuadrículas, líneas de centro de las columnas u otros elementos cercanos, a menos que las ubicaciones de dichos elementos deban ser coordinados por el contratista general con los requisitos de otro especialista. Si las dimensiones necesarias no han sido proporcionadas, el fabricante no está en condiciones de ordenar los materiales que necesita ni de iniciar la preparación de los planos de taller a tiempo y puede sufrir demoras mientras intenta obtener esta información.

SECCIÓN 4. PLANOS DE TALLER Y PLANOS DE ARMADO

4.1. Responsabilidad del Propietario

La responsabilidad del propietario por la correcta planificación de los trabajos y la comunicación de todos los datos de su proyecto es un requisito establecido en el Código, no sólo en el momento de la presentación de ofertas económicas sino también para toda la duración de cualquier proyecto. La documentación técnica, incluyendo los planos y las especificaciones técnicas, tiene por finalidad la comunicación. Es responsabilidad del propietario definir adecuadamente el alcance de los trabajos a realizar, y definir la información o los elementos requeridos y delimitados en los planos y especificaciones técnicas. Cuando el propietario

autoriza los planos y especificaciones técnicas para la construcción, el fabricante y el armador confían en que éstos son los requisitos establecidos por el propietario para su proyecto.

La definición de "Propietario" especificada en el Código incluye a un representante designado tal como el arquitecto, el ingeniero o el director del proyecto, y cuando estos representantes indican la realización de acciones específicas lo hacen actuando como, y en representación de, el propietario.

En los proyectos que se han de realizar por etapas, para asegurar el flujo de las actividades de suministro de materiales, detallado, fabricación y armado, es fundamental que los diseños no sean revisados continuamente luego de progresivas autorizaciones para la construcción. Básicamente, una vez que una parte de un diseño es autorizado para la construcción, los elementos básicos de dicho diseño se deben "congelar" para asegurar que se pueda cumplir el cronograma de la construcción, o bien que todas las partes lleguen a un acuerdo respecto de los efectos de futuros cambios, ya que éstos afectan las entregas planificadas y los costos adicionales, si corresponde.

4.2. Aprobación

4.2.1. A partir de la aparición del *Code of Standard Practice*, AISC y la industria en general han reconocido que el proyectista o diseñador es la única persona que cuenta con toda la información necesaria para evaluar el impacto total de los detalles de conexión sobre el diseño estructural global del proyecto. Tradicionalmente esta autoridad ha sido ejercida durante el proceso de aprobación de los planos de taller y de armado. El proyectista o diseñador mantiene la responsabilidad final y total por la idoneidad y seguridad de la estructura en su conjunto al menos desde la edición de 1927 del *Code of Standard Practice*. Aún en aquellos casos en los cuales un fabricante desarrolla las configuraciones detalladas de las conexiones durante la preparación de los planos de taller, el fabricante no se vuelve responsable por la integridad estructural de dicha parte de la estructura.

En la primera edición del Código, publicada en 1927 como parte del primer Manual AISC, esto se establecía de la siguiente manera: "Los planos de taller preparados por el Vendedor y aprobados por un representante del Comprador se consideran la correcta interpretación del trabajo a realizar, pero no alivian al Vendedor de la responsabilidad por la precisión de los detalles." Esta frase se modificó en la revisión del Código realizada en 1952, y pasó a ser: "...el propietario debe regresar un conjunto de planos al fabricante conteniendo una anotación con una autorización expresa del propietario o su aprobación sujeta a las correcciones anotadas." En 1972 el código decía: "La aprobación por parte del propietario de los planos de taller preparados por el fabricante indica que el fabricante ha interpretado correctamente los requisitos contractuales, y que cualquier conexión diseñada por el fabricante tienen una capacidad adecuada para los requisitos de diseño." El Código se modificó nuevamente en 1976, diciendo: "La aprobación por parte del propietario de los planos de taller preparados por el fabricante indica que el fabricante ha interpretado correctamente los requisitos contractuales. Esta aprobación constituye la aceptación por parte del propietario de la responsabilidad total por la idoneidad del diseño de cualquier conexión diseñada por el fabricante como parte de su preparación de dichos planos de taller." Esta frase no se modificó durante la revisión realizada en 1986.

La revisión actual del Párrafo 4.2.1 del Código pretende aclarar el uso del término "Propietario." En consecuencia, el término "propietario" ha sido reemplazado por la frase "representante autorizado del propietario," que generalmente se refiere al proyectista o diseñador. El concepto de que el proyectista o diseñador estructural es la única persona que mejor puede asegurar la seguridad de la estructura en su globalidad no ha variado. Este sistema ha funcionado satisfactoriamente durante los últimos 65 años, y donde sus principios se han aplicado de forma constante se ha logrado un nivel de seguridad encomiable.

Al preparar los planos para la documentación técnica, el diseñador o proyectista tiene dos opciones básicas para indicar los detalles de las conexiones. El diseñador o proyectista puede diseñar y detallar totalmente las conexiones para todas las condiciones. Sin embargo, con el objetivo de permitir que el propietario se beneficie de la economía que implica permitirle al fabricante elegir las conexiones más eficientes en vista de sus procesos de taller y armado, el diseñador o proyectista puede permitir que el fabricante seleccione los tipos de conexiones y que las indique detalladamente en los planos de taller para que el diseñador o proyectista las apruebe. En cualquier caso la aprobación de los planos de taller por parte del representante autorizado del propietario constituye la aceptación por parte del representante autorizado del propietario de la responsabilidad por la idoneidad estructural de las conexiones ilustradas en los planos de taller. Desaconsejamos fuertemente los contratos que intentan compartir o asignar la responsabilidad por el diseño. Los códigos de los diferentes estados y los requisitos para el otorgamiento de licencias pueden variar ampliamente en lo que se refiere a este tipo de asignación de la responsabilidad.

Si el diseñador o proyectista opta por diseñar y detallar totalmente las conexiones en la documentación técnica, el diseñador o proyectista tiene la obligación de indicar todos los tamaños, disposiciones, cantidades y grados de todos los medios de unión, además de todos los materiales de conexión y tipos, tamaños y longitudes de las soldaduras para cada elemento o componente individual a unir. Todos los requisitos para los detalles de arriostramiento, rigidizadores, placas de refuerzo, armadura de alma o elementos similares necesarios para completar el diseño deben estar dimensionados e ilustrados con todos sus detalles. El fabricante es responsable por reflejar correctamente esta información al preparar los planos de taller. Si el fabricante desea desviarse de estos detalles específicos o llamar la atención del proyectista sobre algún problema, el fabricante debe hacerlo por escrito antes de preparar los planos de taller o bien observar claramente la desviación en los planos presentados para su aprobación. Este requisito no niega de modo alguno la responsabilidad de que tiene el representante autorizado del propietario de revisar exhaustivamente todos los planos de taller para determinar su idoneidad estructural durante el proceso de aprobación.

Si en la documentación técnica el diseñador o proyectista no indica las conexiones totalmente diseñadas y detalladas sino que permite que el fabricante elija los tipos de conexiones al preparar los planos de taller, la documentación técnica debe incluir todas las reacciones, momentos u otros esfuerzos requeridos para cada elemento o componente individual a conectar de modo que al preparar los planos de taller los diseñadores y verificadores del fabricante puedan determinar cuál es la conexión apropiada ya sea seleccionándola de las tablas contenidas en las publicaciones de AISC o por cálculo. El fabricante puede asumir que las reacciones, momentos y otros esfuerzos proporcionados por el proyectista son adecuados para las acciones que soportará la estructura. Todos los requerimientos referidos a detalles de arriostramiento, rigidizadores, placas de refuerzo, armadura de alma o elementos similares necesarios para completar el diseño deben estar ilustrados con un nivel de detalle suficiente para permitirle al fabricante presentar una estimación precisa de los costos en el momento de la licitación.

Se sugiere que las conexiones de alto grado de complejidad estén totalmente diseñadas en la documentación técnica o bien que sean desarrolladas posteriormente por el proyectista o diseñador luego de consultar con el fabricante con respecto a las prácticas de fabricación y armado actualmente aceptadas, vigentes y estándares a fin de no demorar los procesos de detallado y fabricación. En este último caso, puede resultar adecuado realizar una reunión previa al detallado entre el diseñador o proyectista y el fabricante para facilitar este intercambio de información. Si la documentación técnica no contiene las cargas de diseño u otra información necesaria para desarrollar las conexiones, esta información debe ser provista al fabricante a su debido tiempo.

Si el diseñador o proyectista opta por utilizar detalles típicos que deben ser interpretados o modificados por el fabricante para adecuarlos a las condiciones que ocurren en la estructura, esta interpretación debe ser presentada al diseñador o proyectista para su revisión o aprobación en forma de planos de taller o de detalle.

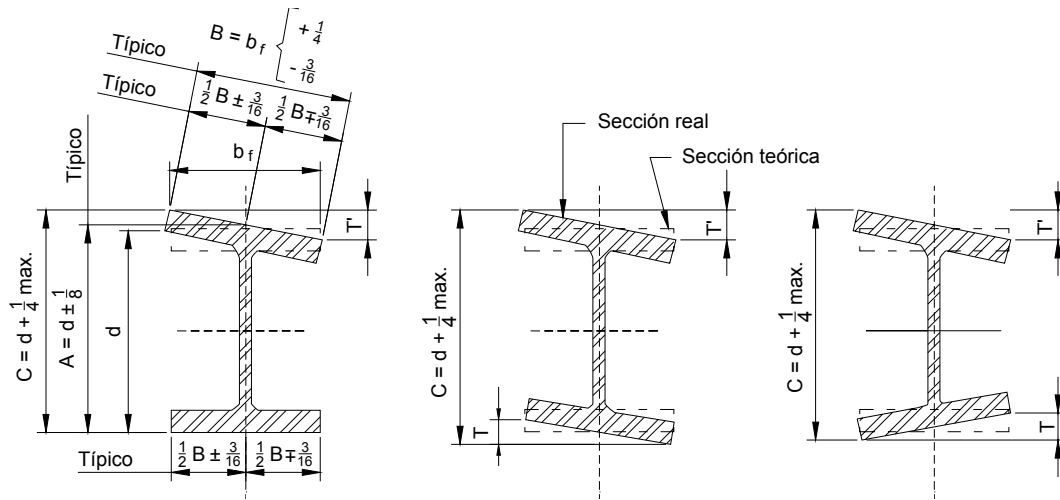
Si el código y los requisitos para el otorgamiento de licencias vigentes en el estado correspondiente le permiten a los fabricantes diseñar y fabricar estructuras de acero completas, y si el contrato establece que el fabricante debe proveer tales servicios, los documentos presentados al propietario o a la autoridad pública fiscalizadora correspondiente normalmente deben incluir sólo aquellos documentos que los profesionales certificados habitualmente presentarían para proyectos comparables dentro de la misma jurisdicción.

SECCIÓN 5. MATERIALES

5.1. Materiales Provistos por el Productor Metalúrgico

El fabricante puede adquirir materiales en longitudes normalizadas para guardar en stock, longitudes a medida o múltiplos de longitudes a medida para adaptarse a las dimensiones ilustradas en la documentación técnica. Estas compras normalmente son específicas para cada obra y no se pueden utilizar en otros proyectos ni devolver contra reembolso de todo lo pagado si como consecuencia de algún cambio introducido en el diseño estos materiales ya no resultan adecuados para su propósito original. El fabricante debería ser pagado por estos materiales cuando son entregados por el productor metalúrgico, sujeto a un pago adicional o crédito si ocurren modificaciones no anticipadas o si es necesario realizar nuevos pedidos. La compra de materiales en longitudes a medida no se considera fabricación.

5.1.2. Las tolerancias dimensionales aplicables a la producción en la planta metalúrgica están indicadas como parte de la norma ASTM A6. Las variaciones de la geometría de la sección transversal de los elementos laminados deben ser reconocidas por el diseñador, el fabricante y el armador (ver Figura 1). Estas tolerancias son obligatorias porque el desgaste de los rodillos, las distorsiones térmicas de la sección transversal caliente inmediatamente después de abandonar los rodillos de laminación, y las distorsiones por enfriamiento diferencial que ocurren en las camas de enfriamiento no se pueden controlar de forma precisa y razonable desde el punto de vista económico. La total perfección de la geometría de las secciones transversales no es significativa desde el punto de vista estructural y, si se reconocen y toman en cuenta las tolerancias, tampoco constituyen un problema desde el punto de vista arquitectónico. La norma ASTM A6 también estipula tolerancias para la rectitud y contraflecha adecuadas para la mayor parte de las construcciones convencionales. Sin embargo, estas características se pueden controlar o corregir para adecuarse a tolerancias más estrictas durante el proceso de fabricación, siempre que las demandas específicas de un determinado proyecto justifiquen este costo adicional.



T + T' – Para secciones de 12" y menos – 1/4" máx.
 B – Ancho real del ala
 A – Altura real en el centro del alma
 C – Altura total real

Para secciones de más de 12" – 5/16" máx.
 b_f – Ancho de ala teórico
 d – Altura teórica
 T y T' – Inclinación del ala

Figura 1. Tolerancias de producción en la planta metalúrgica para las dimensiones de una sección transversal

SECCIÓN 6. FABRICACIÓN Y ENTREGA

6.4. Tolerancias en las dimensiones

Las tolerancias de fabricación están e en diferentes especificaciones, cada una de ellas aplicable a una determinada área de la construcción. Las tolerancias básicas de fabricación están estipuladas en las Secciones 6.4 y 10 del Código y en la Sección M2.7 de la Especificación AISC. Otras especificaciones y códigos que con frecuencia se incorporan a la documentación técnica por referencia son el *AWS Structural Welding Code* y las *AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges*.

6.4.5. Debido a la liberación de tensiones, no se conoce ninguna manera de verificar la contraflecha una vez que los elementos son recibidos en obra. La contraflecha solamente se puede medir en el taller de fabricación cuando el elemento no está solicitado, y ésta no toma en cuenta el peso propio del elemento, la restricción provocada por las conexiones de sus extremos una vez que el elemento está instalado ni tampoco las cargas permanentes que se aplicarán al elemento.

6.5. Pintura Aplicada en Taller

6.5.2 y 6.5.3. La elección de un sistema de pintura es una decisión de diseño que involucra numerosos factores incluyendo las preferencias del propietario, la vida de servicio de la estructura, la severidad de las condiciones de exposición, el costo tanto de la aplicación inicial

como de las renovaciones futuras, y la compatibilidad entre los diversos componentes que constituyen el sistema de pintura, es decir, preparación de las superficies, capa de imprimación y capas posteriores.

Debido a que la inspección de la pintura aplicada en taller se debe ocupar de la calidad de la mano de obra en cada etapa de la operación, el fabricante debe notificarle a los inspectores el cronograma de las operaciones y permitir su acceso al lugar de trabajo. La inspección se debe coordinar con dicho cronograma de modo tal de no demorar las operaciones programadas.

Las superficies preparadas deben ser aceptadas antes de aplicar la capa de imprimación, ya que el grado de preparación superficial no se puede verificar una vez que se ha aplicado la pintura. La demora entre la preparación de una superficie y la aplicación de la capa de imprimación puede provocar el deterioro inaceptable de la superficie aunque ésta haya sido preparada correctamente, obligando a repetir las operaciones de preparación superficial. Esto es particularmente válido en el caso de las superficies limpiadas con chorro de arena. Por lo tanto, para evitar potenciales deterioros de las superficies, se asume que la preparación superficial es aceptada a menos que haya sido inspeccionada y rechazada antes de la aplicación de la capa de imprimación en el momento indicado en el correspondiente cronograma.

En cualquier sistema de pintura la capa de imprimación está diseñada para maximizar las características de cobertura y adherencia de la pintura, generalmente a expensas de su capacidad de meteorización. El deterioro de la pintura aplicada en taller normalmente comienza inmediatamente después que el elemento queda expuesto a la intemperie y empeora a medida que se prolonga el tiempo de exposición. En consecuencia, la exposición prolongada de la capa de imprimación a los elementos climáticos o a una atmósfera corrosiva provocará su deterioro y puede hacer que sea necesario realizar reparaciones, incluyendo posiblemente la repetición de la preparación superficial y la aplicación de la imprimación en áreas limitadas. Con la introducción de los sistemas de pintura de alto rendimiento, la demora en la aplicación de la capa de imprimación se ha vuelto un hecho aún más crítico. Los sistemas de pintura de alto rendimiento generalmente requieren un mayor grado de preparación superficial, además de la aplicación temprana de la protección antimeteorización que proporciona la capa de imprimación.

Como el fabricante no controla la elección del sistema de pintura, la compatibilidad de los diversos componentes del sistema, ni el tiempo de exposición de la capa de imprimación, el fabricante no puede garantizar el comportamiento de la capa de imprimación ni de ninguna otra parte del sistema. El fabricante sí es responsable por lograr la preparación superficial especificada y por aplicar la capa o capas de pintura en el taller de acuerdo con la documentación técnica.

La Sección 6.5.2. estipula que el acero se debe limpiar de acuerdo con los requisitos de la SSPC-SP2. Esta sección no pretende establecer un nivel de limpieza exclusivo, sino más bien el nivel de preparación superficial a lograr si el acero se ha de pintar y si las especificaciones técnicas guardan silencio al respecto o no requieren una preparación superficial más estricta.

El lector encontrará más información sobre la pintura aplicada en taller en el documento *A Guide to Shop Painting of Structural Steel*, publicado conjuntamente por el Steel Structures Painting Council y el American Institute of Steel Construction.

6.5.4. La exposición prolongada del acero no pintado y que ha sido limpiado para la posterior aplicación de materiales de protección contra el fuego puede resultar perjudicial para el producto fabricado. La mayoría de los niveles de limpieza exigen retirar todas las escamas y costras sueltas, pero permiten cierta cantidad de "escamas fuertemente adherentes." Si un elemento de acero estructural que ha sido limpiado hasta lograr un nivel aceptable se deja expuesto a un ambiente normal, la humedad puede penetrar detrás de las escamas, y es dable anticipar que los productos de la oxidación "levanten" las escamas. Limpiar las escamas

"levantadas" no es responsabilidad del fabricante, sino que es asignada contractualmente a un contratista adecuado.

La Sección 6.5.4. del Código no es aplicable al acero patinable, para el cual la documentación técnica siempre establece especificaciones particulares para su limpieza.

SECCIÓN 7. ARMADO

7.5. Instalación de Bulones de Anclaje y Elementos Embebidos

7.5.1. Aunque el contratista general debe hacer todo lo posible por instalar los bulones de anclaje de forma precisa con respecto a las dimensiones de los planos teóricos, pueden ocurrir desviaciones menores. Las tolerancias especificadas en esta sección fueron compiladas a partir de datos recabados de diferentes contratistas generales y armadores. Estas tolerancias se pueden respetar aplicando cuidados razonables y generalmente permitirán que los elementos de acero queden correctamente ubicados y verticalizados. Si por causa de condiciones especiales se requieren tolerancias más estrictas, el contratista responsable por la instalación de los bulones de anclaje debe ser notificado de este hecho en la documentación técnica. Cuando los bulones de anclaje se instalan con camisas, el ajuste provisto se puede utilizar para satisfacer las tolerancias requeridas para la instalación de los bulones de anclaje.

Las tolerancias establecidas en esta sección del Código han sido seleccionadas de modo de ser compatibles con los orificios sobredimensionados de las placas de base, según las recomendaciones de la publicación *Detailing for Steel Construction* de AISC.

Un *grupo de bulones de anclaje* es el conjunto de bulones de anclaje que reciben una pieza individual.

La *línea de columnas establecida* es la línea real, en obra, más representativa de los centros de los grupos de bulones de anclaje instalados a lo largo de una línea de columnas. Esta línea debe ser recta o curva de acuerdo con lo indicado en los planos.

7.6. Dispositivos de Apoyo

La tolerancia de 1/8 in. para las cotas de los dispositivos de apoyo con relación a los niveles de referencia establecidos permite cierta variación al instalar los dispositivos de apoyo y toman en cuenta la precisión que se puede lograr con el instrumental utilizado para realizar las mediciones. Se aconseja no utilizar placas niveladoras de más de 22 in. x 22 in., y para los tamaños mayores se recomienda cementar. Por motivos de estabilidad del armado, se aconseja no utilizar tuercas niveladoras si las placas de base tienen menos de cuatro (4) bulones de anclaje.

7.9.3. Marcos de Acero que No Son Autoportantes

Para que se puedan proveer apoyos y/o arriostramientos temporarios de forma racional, el propietario le debe informar al armador la secuencia de instalación y los efectos de las cargas impuestas por dichos elementos en las diferentes etapas de la secuencia hasta volverse efectivas. La resistencia y estabilidad globales de un marco de acero no autoportante puede depender de la instalación de elementos que no son de acero estructural tales como diafragmas de hormigón, muros de cortante de hormigón o mampostería, fachadas de hormigón prefabricado, etc. La necesidad de que estos elementos estén colocados a fin de lograr la resistencia y estabilidad globales del marco de acero debe estar claramente establecida en la documentación técnica, a fin de que se comprendan claramente los apoyos temporarios necesarios. Por ejemplo, las losas prefabricadas izadas o las losas tipo canal que, debido a la excentricidad de su carga gravitatoria,

dependen de su unión al marco de acero para su estabilidad contra el vuelco pueden inducir esfuerzos laterales no balanceados significativos en el marco de acero desnudo cuando este marco está instalado parcialmente.

7.11. Tolerancias para los Marcos

Las tolerancias de armado definidas en esta sección del Código fueron desarrolladas durante años de uso y toman la forma de criterios prácticos para el armado o instalación de los elementos de acero estructural. Las tolerancias de armado fueron definidas por primera vez por AISC en su *Code of Standard Practice* de octubre de 1924, en su -Sección 8 (f), "*Plumbing Up*." En vista de los cambios ocurridos con respecto al tipo y al uso de los materiales para la construcción luego de la Segunda Guerra Mundial, y también considerando la demanda de los arquitectos y propietarios que deseaban tolerancias más específicas, AISC adoptó nuevos requisitos para las tolerancias de erección en la Sección 7 (H) de la edición del Código del 15 de marzo de 1959. La experiencia ha demostrado que es posible respetar estas tolerancias de forma económica.

Los requisitos actuales fueron publicados por primera vez en la edición del Código del 1° de octubre de 1972. Estos requisitos presentan un conjunto más amplio de criterios que las ediciones anteriores. El concepto básico de que la precisión final de la ubicación de cualquier punto específico de un marco de acero estructural es el resultado de la combinación de las tolerancias de producción en la planta metalúrgica, las tolerancias de fabricación y las tolerancias de armado (es decir, que no es el resultado simplemente de las tolerancias de armado) se mantiene en esta edición del Código. Sin embargo, para mayor claridad, la Sección 7.11 ahora estipula las tolerancias estándares de fabricación en lugar de hacer referencia a la Especificación AISC como ocurría en ediciones anteriores. Además, se ha expandido la definición de los puntos de referencia y líneas de referencia que determinan las mediciones en obra. Este Comentario incluye ilustraciones que ayudan a definir y aplicar las tolerancias especificadas por el Código.

La tendencia actual es apartarse de las construcciones realizadas completamente en obra en las cuales la compatibilidad del marco con la fachada u otros materiales colaterales es provista automáticamente por los procedimientos de rutina de los diferentes especialistas. En la actualidad la construcción de edificios con frecuencia incorpora componentes prefabricados, los cuales permiten contar con grandes unidades desarrolladas con gran precisión respetando las dimensiones teóricamente correctas para lograr un marco de acero perfectamente alineado con elementos con secciones transversales ideales. Este tipo de construcción ha provocado que la magnitud de las tolerancias admisibles para los marcos de acero estructural de los edificios preocupe cada vez más a los propietarios, arquitectos e ingenieros. En consecuencia se han dado casos de documentaciones técnicas que incluyen tolerancias tan pequeñas que no resultan realistas, y esto indica una falta general de reconocimiento de la acumulación de los efectos de la carga permanente, los efectos de la temperatura, y las tolerancias de producción, fabricación y armado. Estas tolerancias no son factibles desde el punto de vista económico y no aumentan mesurablemente el valor funcional de una estructura. Esta edición del Código incorpora tolerancias que la experiencia previa indica que son prácticas, presentándolas de una forma clara y precisa. Se han considerado métodos de aplicación reales y se ha definido la aplicación de las tolerancias a la estructura real.

7.11.3. Posición y Alineación

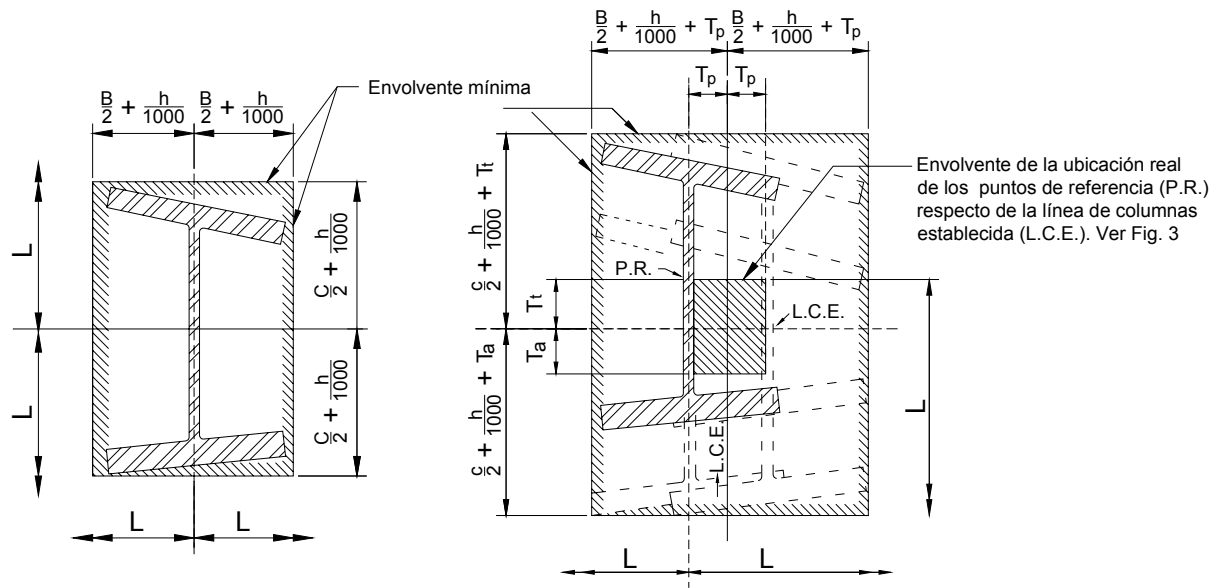
Las limitaciones descritas en la Sección 7.11.3.1 e ilustradas en las Figuras 2 y 3 hacen que sea posible mantener fachadas construidas en obra o prefabricadas en un plano vertical verdadero hasta el piso 20, si se utilizan conexiones que permiten un ajuste de 3 in. Por encima del piso 20

la fachada se puede mantener a 1/16 in. por piso con una desviación máxima de 1 in. respecto de un plano vertical verdadero, si se utilizan conexiones que permitan un ajuste de 3 in.

La Sección 7.11.3.1(c) limita la posición de los puntos de referencia de una columna exterior en cualquier cota correspondiente a un empalme a una envolvente horizontal de poco ancho paralela a la línea de edificación (ver Figura 4). Esta envolvente se limita a un ancho de 1-1/2 in. normal a la línea de edificación, para una longitud de hasta 300 ft. La ubicación horizontal de esta envolvente no necesariamente está directamente por encima o por debajo de la correspondiente envolvente en las cotas de los empalmes adyacentes, pero debe respetar la limitación de la tolerancia admisible de 1:500 para la verticalidad de las columnas determinantes (ver Figura 3).

Se deberán utilizar conexiones que permiten realizar ajustes de más 2 in. hasta menos 3 in. (5 in. en total) en aquellos casos en los cuales el arquitecto o propietario insista en intentar mantener la fachada en un plano vertical verdadero por encima del piso veinte.

Generalmente durante la construcción se produce un acortamiento diferencial entre las columnas internas y las columnas externas, provocado por la tasa no uniforme de acumulación de tensiones debidas a las cargas permanentes (ver Figura 5). La magnitud de este acortamiento diferencial es indeterminado ya que varía día a día dependiendo de la secuencia constructiva a medida que la construcción avanza; el acortamiento máximo no se produce hasta que el edificio está en servicio. Si el hormigón de los entrepisos se coloca mientras las columnas están soportando diferentes porcentajes de sus cargas de diseño, los entrepisos se deben acabar de modo de tener las pendientes establecidas por mediciones desde las partes superiores de las vigas en las conexiones de las columnas. Los efectos del acortamiento diferencial, sumados a las flechas y contraflechas que vienen de taller, se vuelven muy significativos cuando hay poco recubrimiento sobre el acero, cuando hay instalaciones eléctricas en los pisos de acero que deben estar a ras con el piso una vez acabado, cuando hay poca luz entre el fondo de las vigas y la parte superior de los marcos para las puertas, etc. y cuando hay poca luz alrededor de los ductos. Si se intenta nivelar los pisos de manera de lograr un plano perfectamente horizontal, por ejemplo utilizando técnicas de nivelación por láser, es posible que la variación diferencial del espesor de los entrepisos varíe significativamente, aumentando diferencialmente las cargas por encima de las cargas de diseño de cada columna individual y consecuentemente provocando acortamientos diferenciales permanentes entre las columnas y haciendo que los entrepisos terminados queden completamente fuera del plano horizontal.



Para cerramientos o accesorios que pueden seguir la alineación de las columnas

Para cerramientos o accesorios que deben respetar la ubicación precisa indicada en los planos

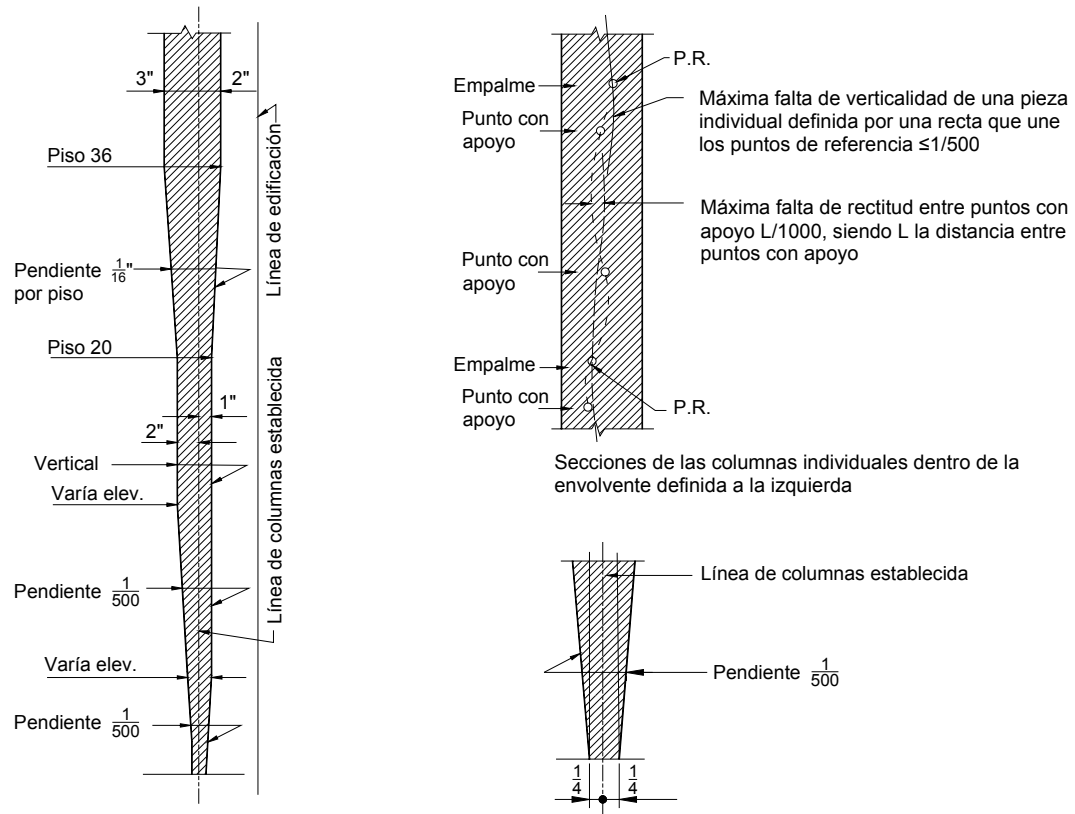
L = Distancia real entre los centros de las columnas = Dimensión indicada en el plano \pm Tolerancia para la sección transversal de la columna \pm Tolerancia para la longitud de la viga

T_a = Tolerancia para la verticalidad alejándose la línea de edificación (variable, ver Fig. 3)

T_t = Tolerancia para la verticalidad hacia de la línea de edificación (variable, ver Fig. 3)

T_p = Tolerancia para la verticalidad paralela a la línea de edificación ($=T_a$)

Figura 2. Luz requerida para acomodar las tolerancias acumuladas de las columnas

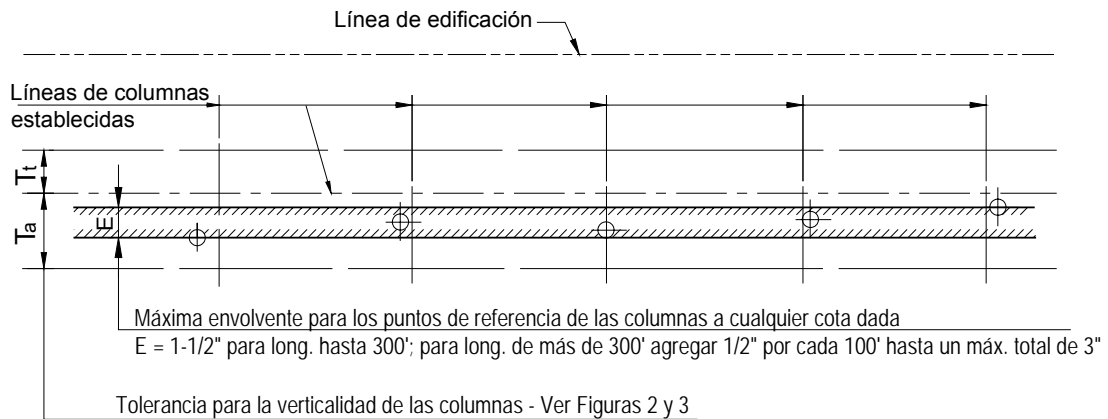


Envoltorio dentro del cual deben estar comprendidos todos los puntos de referencia (P.R.)

Tolerancia para la ubicación del punto de referencia (P.R.) en la base

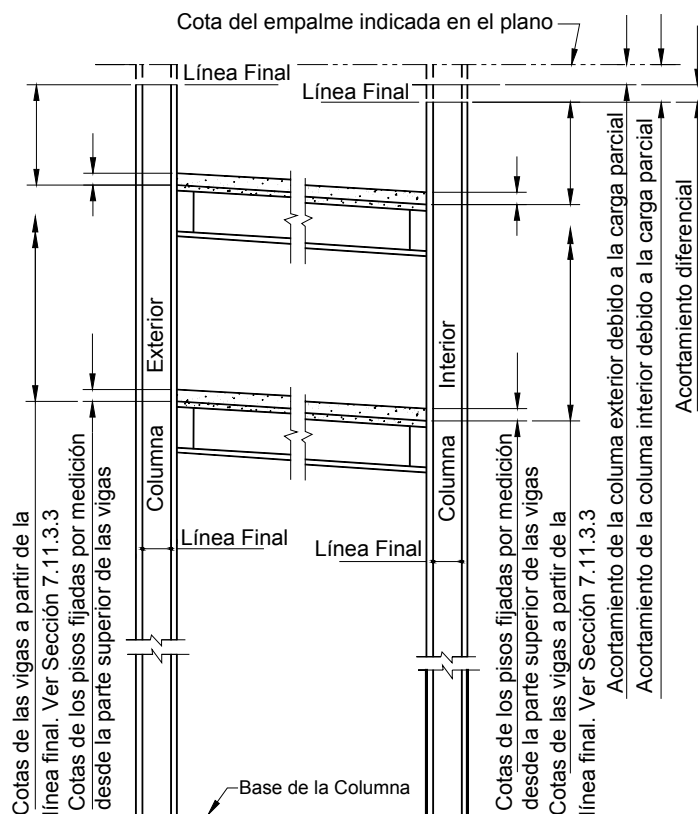
NOTA: La línea vertical que atraviesa el punto de referencia en la base de una columna individual no necesariamente se encuentra en el punto exacto indicado en los planos, ya que la Sección 7.11.3.1 trata solamente las tolerancias para la verticalidad y no incluye las imprecisiones en la ubicación de la línea de columnas establecida, las fundaciones y los bulones de anclaje que escapan al control del armador.

Figura 3. Tolerancias para la verticalidad de las columnas exteriores normales a la línea de edificación



- ⊕ Indica los puntos de referencia de las columnas
 En cualquier cota correspondiente a un empalme la envolvente "E" está ubicada dentro de los límites de T_a y T_i .
 En cualquier cota correspondiente a un empalme la envolvente "E" puede estar desplazada de la correspondiente envolvente de las cotas correspondientes a los empalmes adyacentes, por encima y por debajo, en una cantidad no mayor que $1/500$ de la longitud de la columna.

Figura 4. Tolerancias en planta en cualquier cota correspondiente a un empalme de columnas exteriores



En una fecha determinada durante el armado de los elementos de acero estructural y colocación de los demás materiales (hormigón de los entrepisos, fachadas, etc.) las columnas interiores estarán soportando un mayor porcentaje de la carga final que las columnas exteriores. Por lo tanto, aunque las tensiones unitarias de diseño sean iguales, en dicha fecha la tensión real en las columnas interiores será mayor que la tensión real en las columnas exteriores. Una vez que se hayan aplicado todas las cargas permanentes, las tensiones y acortamiento en todas las columnas serán aproximadamente iguales.

Figura 5. Efecto del acortamiento diferencial de las columnas

Por consideraciones similares no resulta factible intentar fijar la cota de un piso dado en un edificio de múltiples pisos con relación a un punto de referencia en la base de la estructura. Las columnas se fabrican con una tolerancia en la longitud de $\pm 1/32$ in. bajo condiciones de tensión nula. A medida que las cargas se acumulan el acortamiento que sufren las columnas es despreciable cuando se trata de un piso individual o de un edificio de baja altura, pero en los edificios de mayor altura se acumularán hasta llegar a magnitudes significativas. Por lo tanto, si las cotas de los pisos se establecen con relación a un punto de referencia a nivel del terreno, en los edificios de gran altura los pisos superiores tendrán un grosor excesivo mientras que los pisos inferiores estarán por debajo de la cota establecida inicialmente.

Si las fundaciones y placas de base se instalan al nivel correcto y se revisan las longitudes de las secciones individuales de las columnas para verificar su precisión antes de proceder al armado, y si las cotas de los pisos se establecen por referencia a la cota de la parte superior de las vigas, se minimizará el efecto del acortamiento de las columnas provocado por las cargas permanentes.

Debido a que un marco de acero largo y no restringido se expandirá o contraerá $1/8$ in. por cada 100 pies de longitud y por cada variación de 15°F de la temperatura, y debido a que se puede asumir que la variación de la longitud actúa respecto del centro de rigidez, las columnas extremas ancladas a las fundaciones sólo estarán verticalizadas cuando el acero está a temperatura normal (ver Figura 6). Por lo tanto es necesario corregir las mediciones en obra de las ubicaciones de los elementos de la estructura respecto de las líneas de base establecidas para considerar la expansión o contracción del marco de acero expuesto. Por ejemplo, un edificio de 200 ft de largo que está verticalizado a 100°F debería tener los puntos de referencia en las partes superiores de las columnas extremas ubicados a $1/2$ in. del punto de referencia en la base (hacia fuera) para que la columna esté verticalizada a 60°F . Los efectos de las temperaturas diferenciales sobre la longitud de las columnas también se deben tomar en cuenta en los relevamientos de la verticalidad en el caso de marcos de acero de gran altura que están expuestos al sol en uno de sus lados.

La alineación de los dinteles, tabiques entreventana, apoyos de muros y elementos similares utilizados para conectar otras unidades de la construcción al marco de acero deberían tener un ajuste de magnitud suficiente para considerar los efectos acumulativos de las tolerancias de producción, fabricación y armado sobre el marco de acero armado (ver Figura 7).

Al verticalizar las columnas extremas, aplicar un ajuste por temperatura de $1/8$ " por cada 100' de longitud desde el centro de rigidez por cada 15°F de diferencia entre la temperatura de armado y la temperatura de servicio.

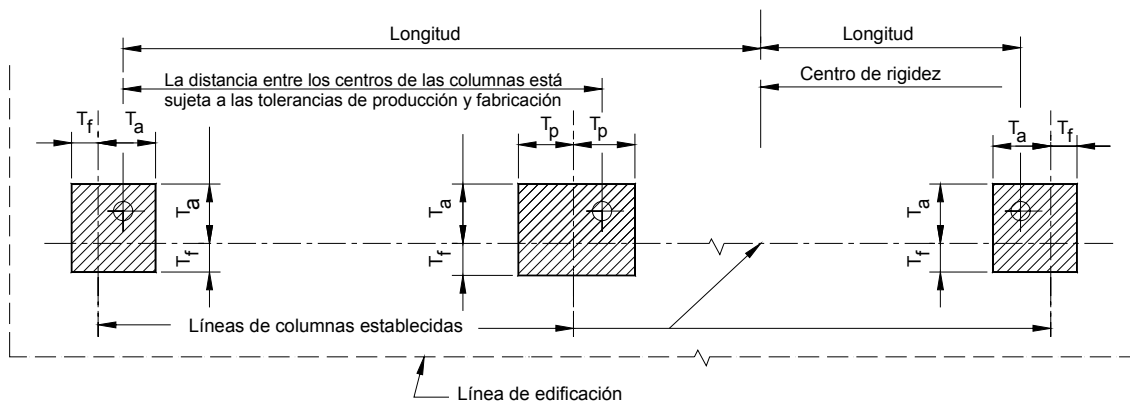


Figura 6. Tolerancias en planta para la ubicación de las columnas

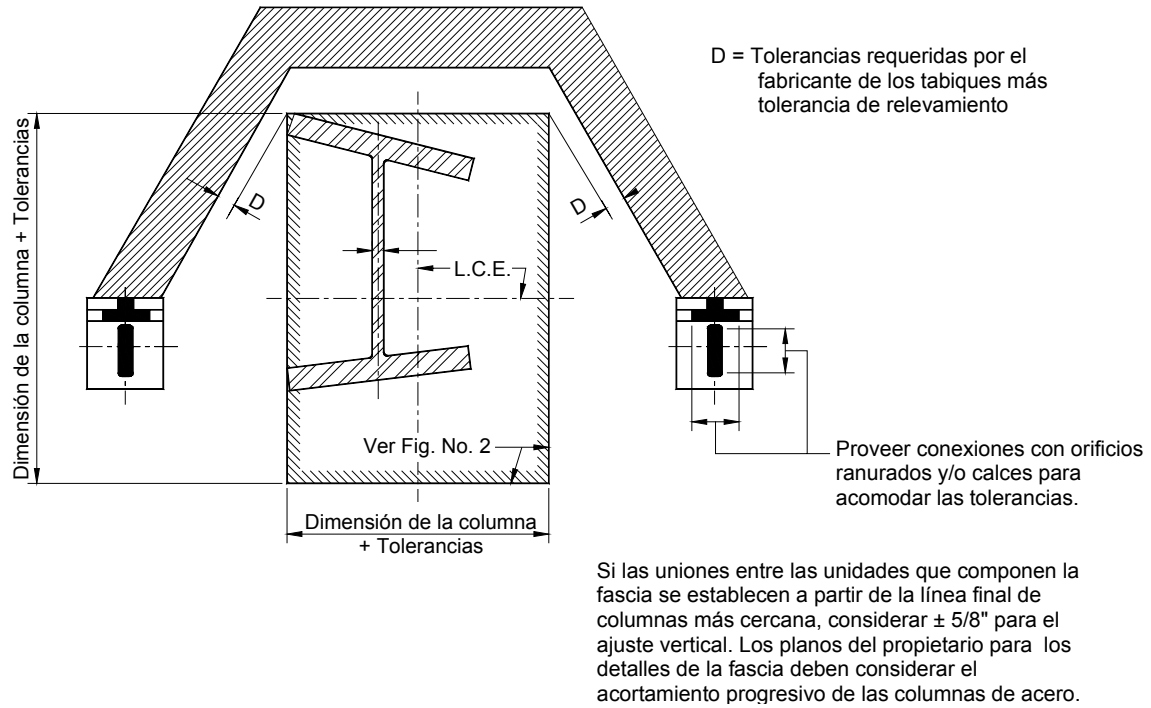


Figura 7. Luz libre requerida para acomodar una fascia

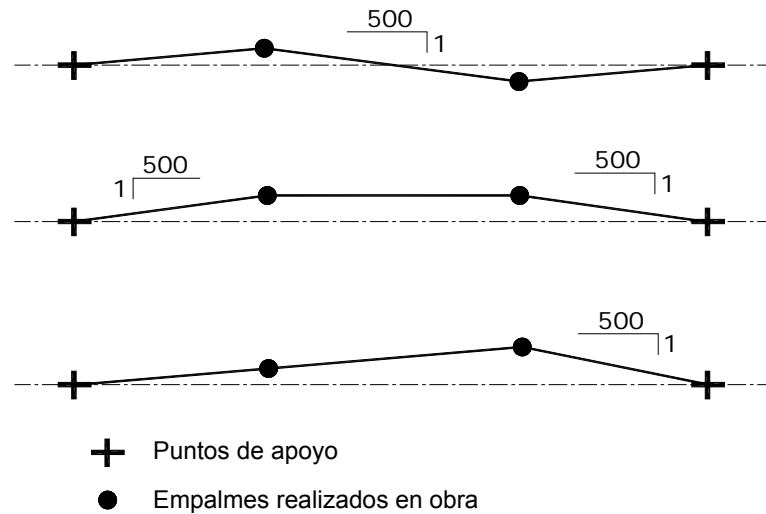


Figura 8. Tolerancias para la alineación de los elementos con empalmes realizados en obra

7.11.3.2. Tolerancias para la alineación de los elementos con empalmes realizados en obra

La falta de alineación angular de la línea de referencia de todas las piezas fabricadas individuales con respecto a la línea entre los puntos de apoyo del elemento en su totalidad en su posición armada no debe ser mayor que 1 en 500. Obsérvese que la tolerancia no está establecida en términos de desplazamiento lineal de algún punto y no se debe tomar como la longitud total entre apoyos dividida por 500. La Figura 8 ilustra ejemplos típicos. Para este y otros casos se pueden presentar numerosas condiciones dentro de la tolerancia. Esta condición se aplica tanto para la tolerancia en planta como para la tolerancia en altura.

7.11.4. Responsabilidad por los Franqueos

A pesar de todos los esfuerzos por minimizar las imprecisiones siempre existirán desviaciones. Por lo tanto, los diseños de los tabiques prefabricados, paneles de tabiques, ventanaje, marcos para puertas que van del piso al techo y otros elementos similares deben considerar franqueos y detalles para ajuste como se describe en la Sección 7.11.4. Los diseños deben permitir ajustar la dimensión vertical de los paneles de fachada prefabricados soportados por el marco de acero, ya que la acumulación de los acortamientos de las columnas de acero cargadas provocará que el panel de fachada soportado en cada piso sea más alto que el marco de acero al cual se debe conectar. La experiencia en obra indica que, cuando en uno de los lados de un edificio de gran altura se coloca una fachada pesada hasta una altura mayor que en el otro lado, la alineación del marco de acero se verá afectado. Las fachadas se deben instalar de forma relativamente uniforme alrededor del perímetro de la estructura.

7.14. Manipulación y Almacenamiento

Manipulación de los elementos de acero pintado

Durante las operaciones de almacenamiento, carga, transporte, descarga y armado se producen marcas y defectos provocados por las eslingas, cadenas, soportes, tirantes, etc. de diferente grado de severidad. Las abrasiones provocadas por la manipulación o acarreo de los elementos ya pintados son inevitables. El propietario/ingeniero debe reconocer que cualquier capa de pintura aplicada en taller, sin importar cuán protegida esté, necesitará retoques en obra. El retoque de estas zonas afectadas es responsabilidad del contratista que realiza el retoque en obra de la pintura aplicada en obra.

Limpieza luego del armado

La responsabilidad por el correcto almacenamiento y manipulación de los elementos de acero en obra durante el período de armado recae sobre el armador. Los elementos de acero pintados en taller y almacenados en obra en espera de su instalación no se deben mantener sobre el suelo y se deben ubicar de modo de minimizar el endicamiento de agua. El propietario o el contratista general es responsable por proveer condiciones adecuadas en el predio y accesos adecuados para que el fabricante/armador pueda realizar su trabajo.

Con frecuencia, durante el período de armado, en el sitio donde se realiza la construcción se acumula barro, arena, polvo, o una combinación de estos tres elementos. Bajo estas condiciones puede resultar imposible almacenar y manipular el acero de manera de evitar por completo la acumulación de barro, polvo o arena sobre la superficie de los elementos, aún cuando el fabricante/armador pueda proceder con su trabajo.

La reparación de las superficies pintadas dañadas y/o la remoción de los materiales extraños acumulados debido a las condiciones adversas del predio no están comprendidas dentro del alcance de la responsabilidad del fabricante/armador si éste ha intentado razonablemente realizar las operaciones de manipulación y almacenamiento de forma adecuada.

SECCIÓN 8. CONTROL DE LA CALIDAD

8.1.1. El Programa de Certificación de la Calidad de AISC le confirma a la industria de la construcción que una planta que fabrica acero estructural que está certificada, en virtud de su compromiso, personal, organización, experiencia, procedimientos, conocimientos y equipos, tiene la capacidad necesaria para producir acero estructural fabricado de la calidad requerida para una determinada categoría de estructura de acero. El Programa de Certificación de la Calidad de AISC no pretende involucrar inspecciones y/o juicios sobre la calidad de los productos en proyectos individuales. Tampoco pretende garantizar la calidad de un producto de acero fabricado específico.

SECCIÓN 9. CONTRATOS

9.2. Cálculo de los Pesos

El procedimiento estándar para calcular los pesos descrito en el Código satisface la necesidad de contar con un sistema universalmente aceptable para definir los "pesos pagaderos" en los contratos en base al peso de los materiales entregados y/o armados. Este procedimiento le permite al propietario evaluar fácil y precisamente las propuestas de los proveedores que estipulan precios por peso y le permite a ambas partes firmantes del contrato comprender claramente el sistema de pago.

El procedimiento indicado en el Código constituye un método de cálculo sencillo y fácilmente de comprender con el cual se obtendrán pesos pagaderos consistentes en toda la industria y que pueden ser fácilmente verificados por el propietario. Aunque con este procedimiento no se obtienen los pesos reales, puede ser utilizado por los compradores y proveedores para definir una base de aceptación generalizada para la preparación de ofertas y contratación de elementos de acero estructural. Sin embargo, como base de un acuerdo contractual se puede utilizar cualquier otro sistema. Si se utilizan otros sistemas, tanto el comprador como el proveedor deben comprender claramente cómo funciona el procedimiento alternativo.

9.3. Revisión de la Documentación Técnica

9.3.1. Las revisiones a la documentación técnica se implementan emitiendo nuevos documentos o reemitiendo los documentos existentes. Cada revisión individual se debe anotar cuando ocurre. Los documentos deben estar fechados con la última fecha de emisión y se deben identificar los motivos que llevaron a su emisión.

9.3.2. Las revisiones a la documentación técnica también se pueden implementar por una orden de modificación, una orden de trabajo adicional o anotaciones en los planos de taller o armado cuando estos son devueltos luego de su aprobación. Sin embargo, las revisiones así implementadas deben ser incorporadas luego como revisiones a los planos y/o especificaciones técnicas y reemitidas de acuerdo con la Sección 9.3.1.

9.3.3. La emisión de revisiones autoriza al fabricante y al armador a incorporar las revisiones en las obras. Esta autorización obliga al propietario a pagarle al fabricante y armador por los costos asociados con las modificaciones y/o el trabajo adicional.

9.6. Forma de Pago

La forma de pago incluye ítems tales como pagos progresivos por los materiales, fabricación, armado, retenciones, fianzas y garantías de pago y pago final. Si el contrato requiere una fianza o garantía de pago, pagado por el propietario, entonces no se requerirán retenciones.

SECCIÓN 10. ACERO ESTRUCTURAL EXPUESTO ARQUITECTÓNICAMENTE

El rápido aumento del uso del acero estructural expuesto como una forma de expresión arquitectónica ha llevado a una demanda de contar con tolerancias dimensionales más estrictas y superficies acabadas más lisas que las habitualmente requeridas para los marcos de acero estructural tradicionales.

Esta sección del Código establece lineamientos para estos requisitos que toman en cuenta tanto la apariencia deseada para el producto acabado como la capacidad del taller de fabricación para producir el producto deseado. Anteriormente estos requisitos se encontraban en el documento *AISC Specification for Architecturally Exposed Structural Steel*, el cual solía ser especificado por arquitectos e ingenieros. Se debe observar que, si el fabricante ha de observar los requisitos de fabricación de la Sección 10, el término "Acero Estructural Expuesto Arquitectónicamente " (AESS según sus siglas en Inglés) debe estar especificado en la documentación técnica, y se aplica solamente a la porción del acero estructural así identificada. A fin de evitar malos entendidos y para minimizar los costos, solamente se deberían designar como AESS aquellas superficies y conexiones que permanecerán expuestas y a la vista de los transeúntes u ocupantes de la estructura terminada.

Programa de Certificación de la Calidad AISC

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, INC.

Programa de Certificación de la Calidad AISC

Durante los últimos años la calidad de los métodos y materiales constructivos se ha vuelto una creciente preocupación para las autoridades y los diseñadores. Un resultado de esta preocupación ha sido la introducción de requisitos de inspección cada vez más estrictos para asegurar la calidad del producto. Sin embargo, en muchos casos estos requisitos de inspección más estrictos no se han fundamentado en el comportamiento no satisfactorio de estructuras en servicio, sino que se han basado en la capacidad de equipos de ensayo sofisticados o en normas desarrolladas para construcciones para contención nuclear y no para construcciones convencionales. Para empeorar aún más el problema, muchas veces los inspectores han interpretado de forma arbitraria las especificaciones sin considerar racionalmente el tipo de construcción involucrada. El resultado de todo esto ha sido un aumento continuo de los costos de fabricación e inspección del acero estructural, costos que deben ser afrontados por el propietario sin que necesariamente le aseguren que la calidad del producto haya mejorado.

Aunque tiene un papel válido en el proceso constructivo, la inspección de producto no es la forma más lógica ni práctica para garantizar que las construcciones de acero satisfarán los requisitos de la documentación técnica y que serán idóneos para el uso pretendido. Se puede hallar una mejor solución si el fabricante ejerce un buen control de la calidad y aseguramiento de la calidad *durante todo el proceso de producción*.

Reconociendo este hecho, e intentando encontrar algún método válido y objetivo que permita evaluar la capacidad de un fabricante para asegurar la calidad del producto, en los últimos años numerosas autoridades han tomado medidas tendientes a establecer programas de registro de los fabricantes. Sin embargo, estos esfuerzos no coordinados resultaron en criterios extremadamente inconsistentes. Estos programas fueron desarrollados fundamentalmente por inspectores o agencias de inspección con gran experiencia en cuanto al ensayo de los productos pero no familiarizados con las complejidades de los numerosos pasos, procedimientos, técnicas y controles necesarios para asegurar la calidad durante todo el proceso de fabricación. Estas agencias de inspección tampoco estaban calificadas para determinar los diferentes niveles de calidad requeridos para asegurar un comportamiento satisfactorio desde el punto de vista de los requisitos de servicio de los diferentes tipos de estructuras de acero.

Considerando la necesidad de contar con una norma a nivel nacional que se pudiera utilizar para certificar a los fabricantes, y considerando también la tendencia hacia costosos requisitos de inspección que no se pueden justificar en base a normas de calidad racionales, AISC ha desarrollado e implementado un Programa de Certificación de la Calidad voluntario, a través del cual cualquier planta de fabricación de acero estructural – ya sea miembro de AISC o no – puede acceder a una evaluación justa e imparcial de su capacidad de asegurar una producción de calidad.

EL PROGRAMA AISC

El Programa de Certificación de la Calidad AISC no involucra la inspección y/o juicios sobre la calidad de los productos en proyectos individuales. Tampoco garantiza la calidad de un producto de acero fabricado específico. Antes bien, el objetivo del Programa de Certificación de la Calidad AISC es confirmarle a la industria de la construcción que una planta de fabricación de acero estructural Certificada *tiene el personal, la organización, la experiencia, los procedimientos, los conocimientos, los equipos, la capacidad y el compromiso necesarios para producir acero fabricado de la calidad requerida para un proyecto de acero estructural de una categoría dada.*

El Programa de Certificación de la Calidad AISC fue desarrollado por un grupo de personas altamente calificados en la operación de talleres provenientes de plantas de fabricación grandes, medianas y pequeñas de todo Estados Unidos. Estas personas contaban con enorme experiencia y plena conciencia acerca de cuándo y cómo pueden surgir los problemas durante el proceso de producción y de los pasos y procedimientos que se deben respetar durante la fabricación para asegurar que el producto terminado satisfaga los requisitos de calidad establecidos en el contrato.

El programa fue revisado y fuertemente avalado por un Panel de Revisión Independiente compuesto por 17 ingenieros estructurales reconocidos de todos los rincones de Estados Unidos, profesionales que no estaban asociados con la industria de fabricación del acero pero sí altamente calificados en el tema de los requisitos de calidad necesarios para todos los tipos de estructuras de acero.

CATEGORÍAS DE CERTIFICACIÓN

Un fabricante puede solicitar la certificación de una planta en una de las siguientes categorías:

- I: Estructuras de Acero Convencionales** – Pequeños edificios públicos e institucionales (escuelas, etc.), centros comerciales, plantas industriales livianas, trabajos en hierro ornamental y misceláneos, galpones, estructuras para carteles y letreros, edificios de baja altura, estructuras con vigas/columnas reticuladas, puentes de vigas simples laminadas.
- II: Estructuras de Acero Complejas** – Grandes edificios públicos e institucionales, plantas industriales pesadas, usinas eléctricas (de combustibles fósiles, no nucleares), instalaciones para la producción o el laminado de metales, vigas para puentes grúa, búnkers, estadios deportivos, auditorios, edificios de gran altura, plantas de procesamiento químico, plantas procesadoras de petróleo.
- III: Puentes de Acero Mayores** – Todas las estructuras para puentes excepto las correspondientes a puentes de vigas simples laminadas.
- MB: Edificios Metálicos** – Estructuras de edificios metálicos prefabricados.
- Suplemento: Estructuras Auxiliares y de Apoyo para Plantas de Energía Nuclear** – Este suplemento, aplicable a las estructuras de las plantas de energía nuclear diseñadas bajo la Especificación AISC, pero no a las estructuras de contención o barreras de presión, le ofrece a las empresas de servicios públicos y diseñadores de plantas de energía nuclear un programa de certificación que elimina la necesidad de los programas más costosos y contradictorios que existen en la actualidad. Antes de poder solicitar la certificación en esta categoría, un fabricante debe estar previamente certificado en las Categorías I, II o III.

La certificación en la Categoría II automáticamente incluye la Categoría I. La certificación en la Categoría III automáticamente incluye las Categorías I y II. La certificación en la Categoría MB no es transferible a ninguna otra categoría.

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

AISC ha contratado a una organización externa, experimentada y profesional – ABS Quality Evaluations, Inc. (una subsidiaria del American Bureau of Shipping) – para realizar las Inspecciones-Evaluaciones en planta de acuerdo con una lista y un procedimiento de evaluación establecido por AISC para cada categoría de certificación del programa. Una vez completada la Inspección-Evaluación, ABS Quality Evaluations, Inc. (también conocida como ABS-QE) le presentará una recomendación a AISC indicando la aprobación o el rechazo de la certificación solicitada por un fabricante. La Inspección-Evaluación realizada por ABS-QE es totalmente independiente tanto de la influencia del fabricante como de la influencia de AISC, y su evaluación no está sujeta a revisión por parte de AISC.

En una fecha acordada mutuamente por el fabricante, AISC y ABS-QE, el equipo de Inspección-Evaluación realiza una visita a la planta para investigar y evaluar las siguientes funciones básicas que afectan directa o indirectamente el aseguramiento de la calidad: Gerencia General, Ingeniería y Dibujo, Abastecimiento, Operaciones en Taller y Control de la Calidad. El equipo de Inspección-Evaluación lleva a cabo las siguientes tareas:

1. Confirmar los datos presentados junto con la Solicitud de Certificación.
2. Entrevistar personal de supervisión clave y empleados subordinados claves.
3. Observar y evaluar la organización en operación, incluyendo los procedimientos utilizados en las funciones que afectan el aseguramiento de la calidad.
4. Inspeccionar y evaluar los equipos e instalaciones.
5. En una "entrevista de salida," revisar junto con la gerencia de la planta la lista completa de observaciones y puntuación correspondiente a la evaluación, incluyendo una discusión de las deficiencias y omisiones si corresponde.

El número de días requeridos para la Inspección-Evaluación varía dependiendo del tamaño y la complejidad de la planta, pero generalmente está comprendido entre dos y cinco días.

CERTIFICACIÓN

Luego de recibir la recomendación del equipo de Inspección-Evaluación, AISC emitirá un certificado identificando al fabricante, la planta y la Categoría de Certificación. Este certificado es válido por un período de tres años, sujeto a una revisión anual bajo la forma de inspecciones no anunciadas al inicio del segundo y tercer año. El certificado es endosado anualmente, siempre que se completen exitosamente las inspecciones no anunciadas correspondientes al segundo y tercer año.

La gerencia de la planta debe realizar una auditoría interna, basada en la lista estándar establecida por AISC, durante el mes once y el mes veintitrés luego de la Certificación inicial. Esta auditoría interna debe ser conservada en la planta y proporcionada al equipo de Inspección-Evaluación durante las inspecciones no anunciadas del segundo y tercer año.

Al término del tercer año el ciclo comienza nuevamente, con una Inspección-Evaluación previamente acordada entre las partes y la emisión de un nuevo certificado.