



GERDAU

CORSA

El futuro se moldea

ASPECTOS ECONÓMICOS PARA **LAS ESTRUCTURAS DE ACERO**

Gerdau Corsa. El futuro se moldea.

gerdaucorsa.com.mx

ASPECTOS ECONÓMICOS PARA LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

Elaboración:
Carlos Cházaro Rosario.

Coordinación Técnica:
Gabriel Abraham Guerra Vanegas.

Diseño Editorial:
Valeria Giselle Uribe Pérez.
Artroom Innovative Thinking.

ASPECTOS ECONÓMICOS PARA LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

Basado en un artículo escrito por el
Ing. Fernando Frías Beltrán,
Presidente del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C.

El costo de la estructura de acero de una construcción se compone de cuatro partes principales: el de los materiales, de la fabricación, del transporte y del montaje. Podría incluirse también el costo de protección contra el fuego, la corrosión o intemperie, pero este aspecto frecuentemente está fuera del control directo del diseñador, mientras que los cuatro primeros dependen primordialmente de las decisiones que toma éste cuando hace su diseño.

Las siguientes recomendaciones permiten lograr importantes economías en el costo de las estructuras sin afectar el criterio de diseño, ya que se aplican a factores externos al propio diseño, como son condiciones de mercado, aprovechamiento de materiales, tamaño de componentes, tipos de conexión, procedimientos de fabricación y otros factores similares.

MATERIALES

El precio del acero se fija en el mercado por la oferta y la demanda, pero aún así el diseñador tiene influencia en el costo de las materias primas. En las estructuras intervienen dos tipos principales de materiales: los planos y los perfiles. Para prácticamente cualquier estructura, los materiales de que dispone el diseñador son placas, vigas laminadas, ángulos, canales, redondos y tubulares. Una de las primeras decisiones que el diseñador tiene que tomar, es si va a usar perfiles laminados, perfiles de placas soldadas o armaduras. Muchas veces la propia naturaleza de la estructura determinará el tipo de diseño, como por ejemplo una torre de transmisión, un hangar o una nave industrial, pero tratándose de edificios y puentes, el diseñador tiene mayor número de alternativas de donde escoger. Los precios de los perfiles laminados y de los planos varían independientemente unos de otros. Hay épocas en que el precio de los aceros planos es más bajo que el de los perfiles y otras en que es al revés. Si el diseñador está al tanto de estas variaciones, puede escoger el tipo de diseño más económico del momento. Cosa extraña es que muchos diseñadores no están enterados de que todos los perfiles estructurales IR (W), desde hace más de 10 años están hechos de acero, que primero se llamó tipo "dual" y que ahora se llama A992 Grado 50, o es de otro acero que satisface igual las normas de los aceros A36 y los de Grado 50. Hoy algunos fabricantes suministran sus perfiles angulares y canales también en acero de alta resistencia al mismo precio del acero A36.

Para que el diseñador pueda mantenerse al corriente de la situación del mercado de materiales, precios, disponibilidad, etc., y escoger la solución estructural más adecuada a los materiales disponibles.

La primera regla del Decálogo es consultar con fabricantes de estructuras o distribuidores de materiales de su confianza, antes de comenzar el diseño, para conocer cuál es la situación del mercado del acero en ese momento.

Para el diseño de edificios, los perfiles laminados tienen varias ventajas, siendo las principales la rapidez con que se pueden convertir en estructura mediante el empleo de procedimientos mecanizados de producción, su acero de mayor resistencia, el disponer de las bases de datos ya instalados en los programas de cálculo y la posibilidad, tratándose de cantidades de cierta importancia, el fabricante pueda adquirirlos ya cortados a largos especiales para evitar empates y desperdicios. Se tiene la desventaja en nuestro país de que la mayor parte de los perfiles estructurales laminados son importados. Cuando la cantidad requerida es menor de unas 70 toneladas (la capacidad de una plataforma de ferrocarril), o el tiempo de ejecución es corto, entonces esta opción deja de ser práctica y se tiene que recurrir a perfiles de placas soldadas.

La segunda regla es diseñar el tipo de estructura que resulta más económica por su mejor aprovechamiento de los materiales comerciales disponibles para su fabricación.

Cabe mencionar que los distribuidores de acero en nuestro país ya mantienen existencias de casi todos los perfiles estructurales IR (W), pero no de los perfiles especiales como las secciones M, S, HP, MC, ni de

los angulares de lados desiguales, ni las medias vigas WT. Éstas tienen que hacerse partiendo por la mitad los perfiles IR (W) correspondientes, lo que generalmente no hacen los distribuidores de materiales sino los fabricantes de estructuras.

Otro aspecto que debe cuidarse al diseñar con perfiles laminados, sobre todo los importados, es usar el menor número de perfiles diferentes. Los productores de acero hacen paquetes de materiales para facilitar su carga, principalmente de perfiles de poco peso. Puede suceder que el diseño requiera una sola pieza de un perfil y tengan que importarse cinco o seis, lo que encarece el costo de materiales. Una buena regla de las construcciones de cierta importancia es establecer un mínimo, como por ejemplo de 5 toneladas, de cada perfil que se vaya a usar.

Siempre que sea posible, es más económico usar acero con $F_y=50$ ksi, que acero A36, con $F_y=36$ ksi. En los casos en que el factor determinante del diseño es la resistencia, los aceros de 50 ksi permiten obtener ahorros importantes de peso, que compensan con creces su posible precio mayor.

La tercera regla es usar, siempre que sea lo adecuado, aceros de alta resistencia.

Las placas comerciales en México casi siempre son de acero de 36 mil libras, aun cuando no hay razón aparente para que el mercado no maneje la placa de acero de 50 mil libras prácticamente al mismo precio. Cuando el tiempo requerido o el volumen de obra no permiten el uso de perfiles estructurales laminados, entonces las vigas de tres placas y columnas de tres o cuatro placas soldadas, son la solución obligada. Pero aquí hay también decisiones muy importantes que el diseñador debe tomar, que afectan seriamente el costo de la estructura como veremos más adelante.

FABRICACIÓN

El proceso de convertir la materia prima en estructura se llama fabricación. Su costo puede variar desde mucho menos de lo cuesta la materia prima, a mucho más, lo que depende directamente del diseño. Para que la fabricación de una estructura resulte económica, el diseño debe resultar de rápida y fácil elaboración, con el mayor aprovechamiento posible de materias primas y, generalmente, el menor número de piezas componentes. Este criterio se aplica también a los pernos de anclaje y a la tornillería. No deben usarse muchas anclas de poco diámetro cuando pueden usarse menos piezas de mayor tamaño, pero sin exagerar. El diámetro máximo práctico de anclas es de unos 65 mm, ya que es difícil encontrar barras y tuercas de mayor tamaño. Lo mismo puede decirse de los tornillos, pero limitando el tamaño a 1 ¼ de pulgada, ya que el equipo requerido para apretar los tornillos más grandes es muy pesado y muy estorboso de usar.

Un detalle que conviene cuidar es evitar el uso de los pernos de anclaje de diámetro muy pequeño, aunque el cálculo muestre que no se requiere mayor tamaño. Es común que durante la ejecución de la obra civil se maltraten por el tránsito del equipo de construcción, problema que se disminuye con la robustez del elemento, pero además las anclas pueden tener que resistir cargas no previstas por el cálculo, impuestas por causas accidentales como impactos, viento o sismo o por el propio procedimiento de montaje.

Es recomendable que el diámetro no baje de 19 mm, y cuando solo hay dos anclas en apoyos articulados, de 25 mm. Desgraciadamente se han presentado algunos casos de derrumbes durante el montaje de naves,



que hubieran podido evitarse simplemente mediante el uso de pernos de anclaje de mayor diámetro.

Un aspecto de la construcción a la que generalmente no se le da la importancia que tiene, es la liga entre la cimentación del edificio y su estructura, que consiste en el sistema de anclaje, cuya instalación es responsabilidad del propietario. Es decir, que las anclas se instalen correctamente en cumplimiento con las tolerancias respectivas. Buena parte del problema lo ocasiona la falta de atención que se le da a este aspecto de la construcción y la costumbre de soldar las anclas al fierro de refuerzo del concreto, en vez de hacer la fijación a la cimbra de madera. El armado se mueve dentro de la cimbra durante la colocación del concreto, por lo que se mueven también las anclas, quedando fuera de su lugar. Esto ocasiona que cueste trabajo instalar las columnas y que sus bases queden fuera de su lugar, por lo que al montar las traveses a las columnas, éstas se desploman. Las consecuencias de estas deficiencias son el retraso y encarecimiento del montaje.

Sería de gran beneficio para la obra que el diseñador pusiera una nota en sus planos estructurales, exigiendo el cabal cumplimiento con las normas de tolerancia de instalación de anclas, prohibiendo soldarlas al armado del concreto y requiriendo del fabricante de la estructura la obligación de suministrar plantillas metálicas diseñadas para fijarse a la cimbra, que garanticen además del correcto posicionamiento del conjunto de anclas, su verticalidad y la altura sobresaliente del concreto. Las conexiones de momento en las conexiones entre traveses y columnas de acero son caras y deben preferirse sistemas de arriostramiento verticales con conexiones simples para resistir las fuerzas horizontales. Probablemente la forma más económica de hacer este tipo de conexiones es mediante el uso de muñones y placas extremas. Los muñones alejan la conexión del nudo, donde el momento es máximo, y las placas extremas permiten que los tornillos de alta resistencia trabajen a tensión, que es su forma más eficiente, al mismo tiempo que resisten las fuerzas cortantes.

Un diseño complicado que desperdicia materiales resulta en una estructura cara. El costo de la estructura siempre es una cuestión de mucha importancia, sobre todo si se trata de una construcción comercial. Por ejemplo, cuando un diseño pide más soldadura es necesaria para resistir las cargas, se aumenta el costo y el tiempo de fabricación y se incurre en el riesgo de causar deformaciones dañinas innecesarias. Puede decirse que un diseño que resulta en una estructura que pesa más que lo necesario para satisfacer los requisitos del proyecto, es un mal diseño.

La cuarta regla del Decálogo es diseñar el tipo de estructura que resulta más económica por la sencillez de su elaboración, la repetición de piezas iguales y el menor número de piezas.

Varían los sistemas de producción de los diferentes fabricantes, por lo que resulta que lo que es económico producir para unos, no lo es para otros. Las máquinas computarizadas de control numérico tienen gran capacidad de producción de estructuras atornilladas en taller y en campo, pero si el diseño requiere de conexiones con mucha soldadura, son otros los equipos más productivos. La capacidad de medios de movimiento de materiales en el taller y el tamaño y disposición de sus naves, limitarán el peso y el tamaño de piezas que le sea práctico producir.

Por lo general, el diseñador no sabe de antemano quien fabricará la estructura. Por esto es muy importante que quienes se dedican al

diseño de estructuras metálicas conozcan bien los procedimientos de fabricación, y para esto, lo mejor es visitar los talleres de diferentes fabricantes, de diversas especialidades y capacidades, para de primera mano conocer lo que es fácil o difícil de hacer para unos y otros. Mientras más conozca el diseñador la forma en que se fabrican las estructuras, mejores diseños podrán hacer al evitar características que las encarecen innecesariamente.

La quinta regla es que los diseñadores procuren conocer los procedimientos de producción del mayor número de talleres de fabricantes de estructuras que pueda, grandes, medianos y chicos, para recomendar los servicios del fabricante más adecuado a la obra de que se trate.

Una de las cuestiones más debatidas es si las estructuras deben ser soldadas en taller y atornilladas en campo, atornilladas en taller y en campo o soldadas en taller y en campo. Ya ni pensar en el uso de remaches, que prácticamente han desaparecido, al igual que el personal que los sabía colocar. Por lo que representa las primeras dos alternativas, la respuesta es que la soldadura nunca desaparecerá totalmente del taller y si las conexiones son soldadas o atornilladas dependerá del equipo y experiencia con que cuente el fabricante. Los sistemas de taladrado de control numérico son cada vez son más comunes, por lo que se puede suponer que a la larga la segunda alternativa se irá imponiendo en México como lo ha hecho en Europa y Asia.

Por lo general, cuando puede disponerse de perfiles laminados, siempre será más económico su empleo que el de perfiles fabricados de tres o cuatro placas, a no ser que por circunstancias especiales al precio de la placa sea mucho más bajo que el de los perfiles. Cuando las columnas de cuatro placas tienen diafragmas interiores o las tubulares rectangulares tienen las placas de continuidad por el exterior, entonces su costo se eleva considerablemente. En Estados Unidos también se usa este diseño, pero no incurren en el alto costo de mano obra que implican las placas de continuidad interiores y exteriores. Véase el diseño de conexiones de momento en columnas tubulares expuesto en el libro "Design of Welded Structures" de Blodgett para una solución económica de este problema.

La sexta regla es evitar diseñar columnas de cuatro placas en cajón con diafragmas interiores

A medida que se tiene más conocimiento del comportamiento de columnas cruciformes, hechas con dos perfiles IR (W), iguales en cruz, su uso se ha venido generalizando. Tienen, como las columnas de cuatro placas en cajón, la ventaja de tener iguales propiedades en ambos sentidos, pero sus diafragmas y placas de continuidad son exteriores, sin dificultad para soldarse, sin tendencia a torcerse por efecto de las soldaduras longitudinales, y muchísimo más fáciles y económicas de fabricar, siendo además siempre de acero de alta resistencia. La versión del 2013 del Manual del IMCA tendrá tabuladas las propiedades de las columnas cruciformes formadas con los perfiles IR (W), aptos para este uso, ya que sus proporciones deben ser tales que el espacio libre entre los bordos de dos patines adyacentes debe ser suficiente para poder insertar y soldar los diafragmas requeridos.

Aún cuando hoy en día ya prácticamente todos los pisos de los edificios



con estructura de acero se diseñan como construcción compuesta, para lograr el mejor aprovechamiento del material, vale la pena pensar en los diseños en que las columnas también son de construcción compuesta, con el concreto por el interior o el exterior del perfil estructural. Un factor que mucho influye en el costo de las estructuras es el diseño de las conexiones atornilladas. Hay estudios muy interesantes sobre estas y otras materias que se presentan en los Simposios que organiza el Instituto Mexicano de la Construcción en Acero y en las Convenciones de la A.I.S.C. Es recomendable que el diseñador se mantenga al día en el desarrollo de la tecnología, asistiendo a los eventos que organizan las sociedades dedicadas a la especialidad de las estructuras de acero.

Una estructura que emplea arriostramientos u otros medios, en vez de depender solo de la rigidez de marcos para resistir las fuerzas horizontales, siempre será más económica. Su peso será mucho menor, su fabricación resultará más rápida y económica por la mayor sencillez de sus conexiones y habrá un importante ahorro de tornillería. Pueden lograrse ahorros hasta del 50% usando estructuras totalmente arriostradas. Se dice que las estructuras de marcos rígidos tienen la ventaja de que su redundancia resulta en un mayor factor de seguridad. Si esta es la finalidad que se busca, igual se puede lograr aumentando deliberadamente los factores de seguridad del diseño riostrado, con la ventaja de conocer lo que se aumentaron. Los que diseñan más que nada estructuras de concreto armado, en las que todas las conexiones son rígidas, tienen la tendencia de pensar que el acero debe diseñarse igual. Son dos materiales muy diferentes y deben aprovecharse las mejores características de cada uno.

La séptima regla es usar riostras, o algún otro medio, siempre que se pueda para resistir las fuerzas horizontales en vez de depender sólo de la rigidez de marcos.

Uno de los aspectos más descuidados en el diseño de las estructuras es proyectar de manera que las dimensiones de las placas de conexión o de los patines y almas de perfiles de placas soldadas sean múltiplos del ancho (o largo), de las placas comerciales. Al no hacerse así, se ocasiona el desperdicio, y por ende el encarecimiento, de los materiales. En la actualidad está desapareciendo del mercado la placa de 5' de ancho, quedando solamente anchos de 6 y 8', lo que es una lástima porque se pierden múltiplos muy útiles de anchos de placas. Sin embargo las placas de 5' pueden sustituirse con placa en rollo cuando su espesor no es muy grande.

Como ejemplo de lo anterior, si se proyectan placas de 40 cm de ancho y no hay más que placa de 5', 6' y 8' en el mercado, solo salen 3 tiras de placa de 1.52 m de ancho y se desperdicia el 21 % del material. Con placa de 1.83 m se desperdicia el 12.5 % y con placa de 2.44 m se podría sacar seis tiras de 40 cm sin desperdicio, pero con límite de espesor en caso de patines, ya que en ese ancho no se cuenta con espesores grandes. Con ancho de tiras de 45 cm, prácticamente se elimina el desperdicio, al igual que con anchos de 37.5 cm de placas de 1.52 m. La situación puede ser todavía peor si se proyecta un ancho de placa de base, de 51 mm de espesor, de 1.00 m de ancho; se desperdician 83 cm de material o sea el 45% de material si no puede usarse el sobrante en otra pieza de la obra.

La octava regla es dimensionar las piezas para aprovechar al máximo los materiales comerciales, evitando desperdicios innecesarios.

Los perfiles de placas soldadas tienen la ventaja de que se pueden diseñar secciones especialmente adecuadas a las condiciones del proyecto, generalmente con peso menor que el de los perfiles laminados y con menos mano de obra que las armaduras. Ejemplo de esto, son los marcos rígidos de uso ya generalizado para naves industriales y cada vez más para hangares. Existen dos tipos de productos planos, los que se manejan en rollos de diversos anchos (3', 4', 5' y 6'), que se nivelan (planchan), y se cortan a largos especiales al venderse y los que vienen ya planos, cortados a tamaños comerciales, (6' x 20', 8' x 40', etc.). Los primeros generalmente tienen entre 5 y 13 mm de espesor y los segundos entre 5 y 76 mm de espesor. El material en rollo, muchas veces disponible en acero de 50 mil libras, se usa generalmente para marcos rígidos de naves industriales, comerciales y hangares. Si el diseñador dimensiona el ancho de patines y la altura de almas como múltiplos de anchos comerciales de placas, evita el desperdicio de materias primas que puede ser del orden del 20%. La nueva versión del Manual del IMCA 2013, contendrá las tablas de propiedades de vigas de tres placas soldadas que cumplen estas condiciones.

TRANSPORTE

Para obtener los precios más bajos de transporte, la carga no debe sobresalir del ancho (2.50 m), ni del largo (12.20 m), de las plataformas de los trailers. La altura máxima de la carga es de 4.50 m, pero no hay que confiarse de esta cifra porque hay en México muchos pasos a desnivel que no llegan a esta altura. La decisión de la altura a que se cargan los camiones es generalmente del fabricante, pero el ancho y el largo de las piezas es cuestión de su diseño.

Se busca generalmente que las columnas de los edificios alcancen cuatro o más niveles de entresijos. Si éstos son de más de 3.00 m, entonces la longitud de la pieza resulta mayor que los 12.20 m mencionados. No hay que preocuparse por esto, si las piezas sobresalen del camión hasta el metro y medio, pero si sobresalen más, entonces se aplica una cuota adicional al flete. Pueden transportarse en estas condiciones piezas de 20 o más metros de largo y la decisión que tiene que tomarse, generalmente por el diseñador junto con el fabricante, es si es más conveniente hacerle a la pieza una conexión o pagar el flete adicional, que muchas veces es la solución más económica. Por lo que respecta al ancho, generalmente puede sobresalir de los lados de la plataforma hasta 30 cm sin encarecer el flete, pero a medida que aumenta el ancho de las piezas el costo del flete se dispara, siendo a veces en el caso de piezas muy anchas, que cuesta más el flete que la estructura. Cuando el ancho de las piezas pasa de 3.00 m, debe pensarse en introducir conexiones atornilladas para embarcar piezas sueltas que se arman en el campo.

Actualmente, puede decirse que en nuestro país, es posible transportar piezas casi de cualquier tamaño y de cualquier peso. Claro está, que a mayor tamaño y peso, mayor será también el costo del transporte, pero el trabajo en campo disminuirá si las piezas se ensamblan en taller, donde se tiene la ventaja de contar con mejores medios de manejo, con más equipo y con más personal especializado. El trabajo de campo siempre es más difícil y generalmente más caro que el de taller. Siempre es cuestión de pesar los pros y contras de las diversas alternativas y decidirse por la que presenta las mayores ventajas.

La novena regla del Decálogo es diseñar la estructura en forma de que el tamaño y el peso de las piezas no constituyan un problema de transporte, a no ser que se puedan lograr ventajas que compensen el costo de fletes especiales.



MONTAJE

En la actualidad prácticamente han desaparecido las plumas de montaje y los malacates, que hace unos años eran de uso universal. Con ellos han desaparecido también los trabajadores que sabían manejar eficientemente estos implementos. Hoy se dispone en nuestro país de grúas autopropulsadas o montadas en camión y de torre con brazo horizontal o abatible, con capacidades de carga y de alcance para prácticamente cualquier montaje. Claro está que a mayor capacidad y alcance, también es mayor el costo del equipo. Es necesario que el diseñador de la estructura piense en la forma en que esta pueda montarse de la forma más económica.

En edificios de cierta altura, generalmente la mejor solución será mediante el uso de una grúa torre ubicada centralmente, con alcance para descargar los camiones que traen la estructura a la obra y para colocar las piezas más alejadas y con la capacidad para levantar a estas distancias las piezas más pesadas. Con esto en mente, puede convenir diseñar columnas de construcción compuesta, que permiten ahorros considerables en su peso y por consiguiente permitir el uso de equipo más económico para el montaje. Con este procedimiento se obtiene también un ahorro en el peso total de la estructura, ya que las columnas generalmente serán los elementos más pesados. El uso de una grúa torre implica el costo de llevarla a la obra y montarla, y al terminar el trabajo desmontarla de su altura total y devolverla. Este costo es importante y puede influir mucho en el costo total de la obra.

Los centros comerciales, estacionamientos, naves industriales y otros edificios de gran extensión y baja altura, se podrán montar económicamente con grúas autotransportables, que llegan a la obra en cuestión de horas y se mueven rápidamente de un lugar a otro. Es indispensable que el terreno se encuentre nivelado, compacto y sin obstrucciones que impidan la libre circulación de las grúas para que puedan trabajar eficientemente.

Es muy importante determinar la forma y el orden en que se hará el montaje desde el inicio de la contratación de la estructura, ya que así se establece el orden en que deben hacerse los planos de taller, ordenarse los materiales y fabricarse la estructura. Cuando se establecen las prioridades desde el principio, al producirse la estructura fuera de orden puede resultar que se ocasionen congestiones en el piso del taller y en la obra e interrupciones del suministro, que provocan retrasos en la obra. Aún cuando este es un aspecto que más puede involucrar a la dirección de obra que al diseñador, el propio diseño puede obligar a cierta forma de montaje y es recomendable que al diseñador lo tenga presente.

El montaje soldado también parece estar desapareciendo, ya que con la llegada de los tornillos de alta resistencia, de buena calidad y bajo precio, los montajes atornillados están prevaleciendo en todo el mundo y cada vez se ven menos montajes soldados. Por lo regular, se requiere menos del 1% del peso de la estructura de tornillería para el montaje, comparado con el 1 ½ de soldadura, aunque ciertamente el peso de las conexiones es mayor. Sin embargo, el menor costo del montaje compensa con creces el mayor de los pesos de las estructuras atornilladas.

La correcta aplicación de soldadura requiere el seguimiento de procedimientos precisos y de vigilancia estricta, que no siempre se logra en el taller y solo con mucha más dificultad en el campo. Con los montajes soldados tiene que cuidarse mucho la secuencia de aplicación de la soldadura y la fijación de los elementos para evitar que se produzcan deformaciones de la estructura, que una vez que se presentan, son muy difíciles de corregir. Por otro lado, no todos los talleres de fabricación

de estructuras tienen la capacidad de trabajar con la exactitud necesaria para el montaje atornillado.

La falta de precisión en la posición de los agujeros de las conexiones puede causar problemas de montaje gravísimos, al grado de ser casi imposible instalar una estructura atornillada. Es recomendable que el diseñador, si conoce de antemano que el fabricante carece de la experiencia necesaria para hacer una estructura atornillada, opte por proyectar un montaje soldado, con tornillos solo para auxiliar el posicionamiento de las piezas.

La décima regla del Decálogo es que el montaje más económico es el atornillado con tornillos de alta resistencia, pero siempre que el fabricante tenga capacidad demostrada para hacer este tipo de trabajo.

COMENTARIOS ADICIONALES

Con alguna frecuencia se presenta la exigencia de que los empalmes de perfiles estructurales se hagan con la soldadura en "Z". Este tipo de unión es una reminiscencia de los empalmes de las vigas de madera, donde tiene su razón de ser, pero que no es aplicable a las uniones soldadas. Son más caras de hacer, desperdician material y no producen una unión más segura. La AWS recomienda que no se usen.

Otra exigencia común, sin razón de ser, es que los tornillos deben sobresalir de la tuerca cuando menos tres cuerdas. Basta, y así lo indican las especificaciones correspondientes, que el extremo del tornillo quede al ras con la cara de la tuerca. Por otra parte, tampoco hay limitación a lo que pueda sobresalir el tornillo de la cara de la tuerca, más que la consideración económica de no usar tornillos más largos que lo necesario o la de carácter estético, de índole muy personal.

A veces se exige que la longitud de un tramo empalmado en el extremo de una viga o columna sea de un cierto largo mínimo. No existe ninguna especificación al respecto. La longitud mínima, cuando hay una conexión en el extremo, es la necesaria para que la soldadura del empalme no estorbe el asiento de la pieza conectada. No habiendo pieza conectada, se vuelve una simple consideración estética que cada taller debe resolver, aceptando que un añadido muy corto puede parecer reparación y por consiguiente verse mal.

Cuando deben o no usarse arandelas en anclas y tornillos, es un tema de frecuente discusión. La respuesta es que deben usarse en los casos en que las especificaciones o la lógica indican que son necesarias. Tratándose de tornillos de alta resistencia, las roldanas de presión no sirven más que de estorbo y no debe usarse. Siempre que el agujero sea de igual o mayor diámetro que la tuerca, debe usarse una arandela, y si el perno es de alta resistencia, debe ser de acero endurecido. Los tornillos A325 no llevan arandelas excepto en los casos especiales marcadas en las especificaciones.

Hay ocasiones en que se exige que se esmerilen los refuerzos de las soldaduras. El fabricante debe hacerlo sin cobrar cuando así lo marcan los planos de ingeniería o el refuerzo no cumplan los requisitos de la AWS. En los demás casos, no tiene por qué hacerlo si no se le paga el trabajo adicional que representa.



DIRECTORIO

OFICINAS COMERCIALES

T. +52 55 5262 7300 / Av. Ejército Nacional 216 P.2, Anzures, Miguel Hidalgo, CDMX, 11590

PLANTAS

CD. SAHAGÚN

T. +52 791 913 8105 / Km. 3 Ctra. Mex - Cd. Sahagún, Zona Ind. Tepeapulco, Cd. Sahagún, Hidalgo, 43990

TULTITLÁN

T. +52 55 5894 0044 / 2487 2065 / Primera Sur S/N, Independencia, Tultitlán, Edo. de México, 54915

LA PRESA

T. +52 55 5003 4030 / 5062 1916 / Av. La Presa 2, Zona Industrial La Presa, Tlalnepantla, Edo. De México, 54187

DISTRIBUCIÓN

CDMX

T. +52 55 5089 8930 / Año 1857 8, Ticomán, Gustavo A. Madero, CDMX, 07330

MONTERREY

T. +52 81 8748 7610 / Blvd. Carlos Salinas de Gortari 404, Centro Apodaca, Nuevo León, 66600

PATIOS DE CHATARRA Y CENTROS DE RECOLECCIÓN

CD. SAHAGÚN

T. +52 791 9138 105 / Km. 3 Ctra. Mex - Cd. Sahagún, Zona Ind. Tepeapulco, Cd. Sahagún, Hidalgo, 43990

LA PRESA

T. +52 55 5003 4030 / 5062 1916 / Av. La Presa 2, Zona Industrial La Presa, Tlalnepantla, Edo. de México, 54187

LOS REYES

T. +52 55 5856 1651 / Tepozanes Los Reyes, Acaquilpan, México, 56428

GUADALAJARA

T. +52 33 3668 0285 / 36702769 / Av. 18 de Marzo 531, La Nogalera, Guadalajara, Jalisco, 44470

SAN JUAN

T. +52 55 2603 3275 / 5262 7359 / San Juan 675, Granjas Modernas, CDMX, 07460

TULTITLÁN

T. +52 55 5894 0044 / 2487 2065 / Primera Sur S/N, Independencia, Tultitlán, Edo. de México, 54915

VERACRUZ

T. +52 229 923 1359 / Ctra. Fed. Aluminio L. 7 o Camino Puente Roto Km. 1.5, Nuevo Veracruz, Veracruz, 91726



GERDAU CORSA

El futuro se moldea

Somos más allá del acero.

gerdaucorsa.com.mx



Gerdau Corsa. El futuro se moldea.