


GRANDES ESTRUCTURAS DE ACERO PARA INDUSTRIAS

GIGANTES DE METAL



■ Un diseño cada vez más preciso destaca en la ejecución de grandes estructuras de acero para industrias. Nuevas metodologías de cálculo, estudios y revisión de normativas, marcan el avance en este sector. ■ Estructuras que se tornan fundamentales para el desarrollo del país y que respondieron, en gran parte, favorablemente al terremoto de 2010. Su resistencia es la clave. Y es que, ante cualquier eventualidad, deben seguir produciendo. Para eso se les diseña. Son los gigantes de metal.

ALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTA REVISTA BIT

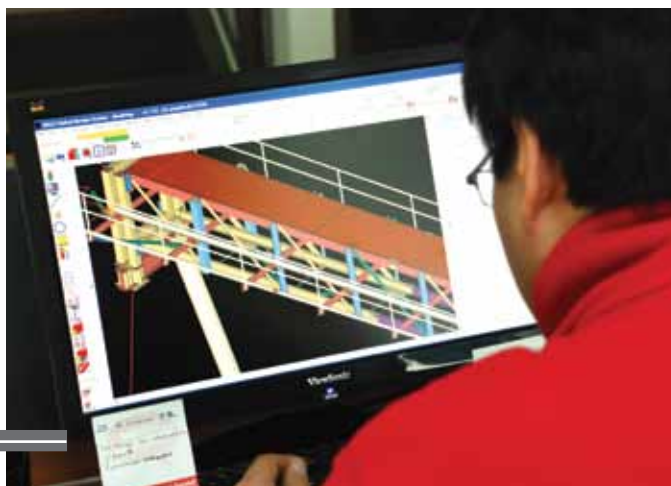
LA **INDUSTRIA** ha tenido un crecimiento sostenido en el país. El desarrollo de proyectos mineros, energéticos, madereros, entre otros, demandan de una infraestructura cada vez más especializada. Una construcción que dé soporte a sus operaciones. El desafío está en cumplir dicha necesidad con soluciones que velen por los diversos tipos de equipamiento y maquinaria. Todo, claro está, con una favorable correlación económica para el mandante. El diseño y/o cálculo estructural resulta clave. Y es que estas estructuras se enmarcan en una tipología especial. Poseen otros requerimientos. Necesitan soportar otro tipo de cargas, vibraciones y dimensiones. Se diferencian bastante con la construcción habitacional, dicen los expertos. Por lo tanto, "existe una manera distinta de enfrentar su cálculo estructural. Hay que analizar los casos, prevenir situaciones. El enfoque económico de la infraestructura industrial hace la diferencia. Hay ciertos procesos críticos en una planta que, si se interrumpen, generan un daño económico inmenso", indica Sergio Contreras, vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Chile y Director del Instituto Chileno del Acero (ICHA). Es una condición compleja. La estructura no sólo tiene que resistir para resguardar la vida humana, sino que debe mantener su funcionalidad incluso ante sismos de gran magnitud. Para eso son diseñadas, y el pasado 27 de febrero de 2010, evidenció que, en gran parte de ellas, las cosas se hicieron bien.

Cualquier error en el cálculo, dimensionamiento, fabricación, montaje y control, puede generar fallas que inciden directamente en el bolsillo del propietario. La labor debe ser prolija y precisa. El diseño estructural debe ser acorde a las diversas especificaciones técnicas y tomando en consideración las diversas solicitaciones esperadas o susceptibles de ocurrir. Ese es un requisito fundamental.





Estas estructuras deben cumplir condiciones de resistencia, continuidad de la producción o de servicio (service ability) y de deformaciones. Obtenidos los datos y los planos de diseño hechos por el calculista, se ingresan en un software donde se modelan todos los perfiles, y se hace una maqueta virtual.



Antes de entrar en materia, es importante destacar que el artículo se enfoca sólo en estructuras de acero de edificios industriales, y no considera otras estructuras del mismo material comunes a prácticamente todo proyecto industrial como estanques, cintas transportadoras, chancadores y piping, entre otros.

TIPOLOGÍA

En la construcción industrial, a diferencia de la habitacional, el material predominante es el acero (ver recuadro). Por tanto, "todas las disposiciones para el diseño de estructuras metálicas, se usan extensamente dentro del área industrial", advierte Pedro Hidalgo, PhD ingeniero asesor de ARA WorleyParsons. En esta construcción "hay una altísima variedad de tipos, formas y casos. Desde las plantas más reducidas, como una hormigonera, hasta

proyectos monumentales, como las centrales de generación de energía", añade. De acuerdo a la norma NCh 2369 Of2003, sobre diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales, existe una división clara entre estructuras livianas, o naves livianas de acero, y estructuras normales, o convencionales, que son las pesadas. "Esta distinción que tiene que ver con el peso de la estructura, más que con el tipo de uso que tienen. Cuando se habla de estructuras livianas, se refiere a bodegas y galpones. Las estructuras pesadas, por defecto, implica a todo el resto, a las que albergan equipos de procesamiento, naves industriales o galpones que soportan cargas grandes. La mayoría de las estructuras de acero son pesadas, salvo las de almacenaje", comenta Ricardo Herrera, PhD, académico del Departamento de Ingeniería Civil de la Facul-

De acuerdo a los expertos, las estructuras de acero se dividen en extra pesadas (sobrepasa los 90 kg/m); las pesadas (60 y 90 kg/m); las medianas (30 y 60 kg/m) y las livianas (bajo los 30 kg/m).

tad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. La diferencia, agrega Hidalgo, "se produce por la magnitud, dimensiones y las cargas que actúan sobre ellas. Las disposiciones tienen que ver con variables de desempeño como son la resistencia y funcionalidad".

En la especialidad se siguen estándares que clasifican a las estructuras en: extra pesadas, pesadas, medianas y livianas. Hay además de otras partidas como parrillas de piso, barandas o misceláneo. "Cada uno de esos items tiene un valor asociado", indica Iván Matesic, gerente general de JOMA S.A. Según explica el experto, las estructuras extra pesadas corresponden a aquellas cuyo elemento principal sobrepasa los 90 kg/m; las pesadas varían entre 60 y 90 kg/m; las medianas entre 30 y 60 kg/m; y finalmente las livianas que están bajo los 30 kg/m.

DISPOSICIONES DE DISEÑO

"El objetivo de una obra industrial, no solamente tiene que preservar la vida humana, sino que tiene que mantener el proceso productivo después de un sismo", explica Pedro Hidalgo. Es una condición exigente. El plazo racional varía entre los 5 a 10 días. Esto es relevante, pues la producción es muy importante para el inversionista. Ninguna industria puede soportar una parada de seis meses, por ejemplo. Lo hace insostenible. Para Sergio Contreras, estas estructuras deben cumplir, por lo menos, tres condiciones. A las condiciones de resistencia y de continuidad de la producción o de servicio (service ability) o funcional, se suma la condición de deformaciones, que va estrechamente ligada a la segunda. "Normalmente la condición de servicio limita la deformación. Y ésta lleva a estados límites en que el comportamiento estructural es distinto, por lo que es mejor verificarlo", explica.

Normalmente todos los materiales, especialmente el acero, tienen un rango de deformación y de esfuerzos en la que, mientras se aplique una fuerza en ese rango y una vez removida, la estructura vuelve a su configuración original. "Lo que ocurre cuando uno



El acero más utilizado en Chile es el ASTM A36.

TIPOS DE ACERO. SI BIEN HAY ALGUNAS ESTRUCTURAS INDUSTRIALES que utilizan otros materiales como el hormigón, el acero es predominante en gran parte de ellas. En Chile, generalmente se utiliza el acero ASTM A36, que equivale a un acero A 250 ESP bajo las normas chilenas. Pero también hay estructuras -muy pocas- que utilizan acero ASTM572 equivalente a A 345 ESP bajo las normas chilenas. El resto utiliza ASTM A36 o alguna aleación con cobre, dependiendo del uso, por el tema de la corrosión. La diferencia radica, básicamente, en la capacidad de fluencia que tiene cada tipología y en su resistencia última. Si un A 270 ES fluye a 270 MPa en una probeta, uno de mayor especificación fluye a un punto mayor. Esto porque el acero se comporta elásticamente hasta un punto en que fluye. Después, hay una zona donde se plastifica y hay un endurecimiento, donde alcanza la resistencia última y se fractura. Básicamente son dos niveles de tensión característicos que alcanza el acero (fluencia y resistencia última) y esas son las propiedades mecánicas que se especifican y están establecidas por las normas.

pasa ese límite elástico, es que al descargar la estructura o cuando el sismo termina, la estructura queda con deformaciones permanentes y con un cierto grado de daño”, comenta Herrera. El rango elástico está definido por el diseño y “como muchas veces tenemos el tema de la ‘sobre resistencia’, ese rango elástico es mayor al que inicialmente uno supone para efectos del diseño. Esa reserva de rango elástico, es la que estaría salvando a muchas de las estructuras”, añade el académico de la U. de Chile.

DISEÑO

Ya hemos dicho que para el diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales, a partir del año 2003 se aplica la norma NCh2369. Esta norma es más exigente que la norma de edificios, expresa Pedro Hidalgo. “No solamente especifica mayores requisitos de resistencia, sino que incluye disposiciones de diseño de la estructura metálica, para prevenir fallas prematuras que no debieran producirse”, explica.

Cuando existe un requisito de resistencia

mayor, quiere decir que los elementos estructurales son capaces de resistir niveles más altos de sollicitación sísmica sin deformarse. “Los requisitos de comportamiento son detalles, de las planchas que forman los elementos metálicos, y esas planchas, deben estar diseñadas para no tener problemas de falla prematura antes de la falla completa”, agrega el asesor de ARA WorleyParsons. Las estructuras metálicas son complejas, pueden tener muchos tipos de falla. Hay casos en que puede fallar por un problema local que no está

Todo en GRANDES Estructuras

+ SOLUCIONES + RAPIDEZ + GRANDE

Cintac pone a su disposición la más amplia oferta de elementos estructurales para construir grandes proyectos, en los volúmenes y estándares requeridos.

Perfiles TuBest, Vigas Laminadas y Soldadas, perfiles Cuadrados y Rectángulos de grandes dimensiones, grandes Cañerías y Placas de Conexión. Amplio stock y todo en un sólo lugar.

Gane tiempo, reduzca costos logísticos y asegure la calidad de sus grandes obras.

Una vez más **CINTAC**





Uno de los principales enemigos de las estructuras de acero, es la corrosión. **Un factor que es considerado en la fabricación de cada elemento. Dependiendo del caso, el acero se trata con diversas soluciones.**

previsto y esos puntos son los que la norma ataca.

En lo que a diseño en acero se trata, las normas NCh427 y NCh428 de construcción-especificaciones para el cálculo, fabricación y construcción de estructuras de acero; y de ejecución de construcciones en acero, respectivamente, deberían hacerse cargo de estas materias; sin embargo, “hoy, se encuentran estancadas, casi obsoletas”, plantean en el ICHA. Por lo mismo, es que este organismo ha generado dos grupos de trabajo dedicados a estudiar y revisar cada una de las normas para generar un nuevo cuerpo normativo. De acuerdo a lo planteado por el Manual de Diseño de Estructuras de acero, del ICHA, hoy se aplican normalmente en los proyectos, con autorización legal, las especificaciones norteamericanas AISC para estructuras pesadas y AISI para estructuras livianas, ambas con modificaciones para cumplir los requisitos de las normas sísmicas chilenas NCh 433 en edificios y NCh2369 para estructuras industriales. “Lo que estamos reimpulsando es trabajar una traducción oficial de este cuerpo normativo americano. Una tarea realizada por la Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero). Con ellos, queremos hacer algo similar. Sacar una norma que indique que el diseño de estructura se regirá por las traducciones de las especificaciones AISC y AISI, por ejemplo. Un proceso que se realizará durante el año”, comenta Sergio Contreras, director del ICHA.

Esas especificaciones norteamericanas, que actualmente se usan de facto, tienen disposiciones de diseño por dos metodologías: la tradicional de ‘Tensiones Admisibles’ o ASD



(por sus siglas en inglés Allowable Stress Design) y por ‘Factores de Carga y Resistencia’ o LRFD (Load & Resistance Factor Design). En términos simples, la primera determina los esfuerzos generados por las distintas acciones que se ejercen sobre una estructura. La que se asume trabaja en el rango elástico. Estos esfuerzos pueden ser de flexión, tracción, compresión o corte. A partir de los esfuerzos que tiene la sección que quieres diseñar se determinan las tensiones y se verifica que no sobrepasen la tensión máxima que soporta el material. El LRFD, en cambio, determina la condición de carga, cuáles son las solicitaciones globales que se van a obtener amplificándolas por ciertos factores, de acuerdo a su importancia y a la probabilidad de ocurrencia.

Pese a que ambas metodologías conviven, la LRFD se ha ido imponiendo por sobre su antecesora, en el mundo y también en Chile, aunque el proceso no ha sido adoptado rápidamente. De todos modos, según el manual del ICHA, la especificación estadounidense recomienda el diseño por Factores de Carga y Resistencia, pues es más racional y hace posible, en general, proyectos más económicos y seguros.

PROCESO

Tras el desarrollo del proceso arquitectónico, que le da forma a la estructura, y del trabajo de cálculo y diseño estructural, donde la construcción se conceptualiza, se calcula, se le imputan las cargas y se dimensiona, viene



La estructura industrial se caracteriza por ser prefabricada.

el traspaso a planos (que es lo que se entrega para que los fabricantes puedan cotizar). “Con la actual tecnología, los diseños son cada vez más innovadores. No hay limitaciones para calcular una estructura compleja o con muchos grados de hiperestaticidad. Por lo tanto, técnicamente no hay problemas para hacer un desarrollo complejo. Uno ya no ve estructuras, con pilares y vigas todas perpendiculares, sino que zonas curvas o con pilares inclinados o con distintos niveles”, explica Matesic. A pesar de ello, la experiencia indica que aún predomina un concepto conservador. “En Chile tenemos una tradición de cómo se estructuran estas obras y seguimos esa tendencia. Eso no quiere decir que no lleguen diseños que no satisfagan esos conceptos teóricos. Existe una experiencia en Chile de cómo proceder. Hay muchos aspectos de diseño basado en el uso de experiencias que han funcionado bien”, comenta Hidalgo.

El desarrollo del diseño continúa después de que se adjudica el trabajo de estructura metálica. Los planos de diseño hechos por el calculista, se ingresan en un software donde se modelan todos los perfiles, y se hace una maqueta virtual de la estructura completa del edificio. El programa es capaz de detectar si hay inconsistencias y de desarrollar las conexiones de acuerdo con los criterios que se le impongan. Esta es una etapa trascendental del diseño, pues las conexiones no pueden fallar. “Se tiene que pensar cómo lo voy a conectar. La norma pide que la conexión sea más fuerte que los elementos, para que nunca tenga una falla. Entonces se diseña la conexión en base a la capacidad de los elementos que llegan a la unión”, advierte Hidalgo.

Finalmente, el software identifica las diferentes piezas de la estructura, y si encuentra una igual o una diferente, le pone

la misma marca o una distinta, respectivamente. Así, genera los planos de fabricación por cada una de sus piezas, con sus marcas respectivas. Estos archivos se ingresan a las máquinas de control numérico, junto a un listado de componentes que conforman cada una de las piezas de la estructura. Al mismo tiempo, se crea un plano de montaje que indica la ubicación de cada parte.

MONTAJE

Como primera advertencia, en relación al montaje, “hay que ajustarse a las tolerancias de fabricación que están establecidas en las normas y especificaciones técnicas. Como regla general, hay que tratar de no inducir esfuerzos adicionales durante el montaje”, aclara Herrera. La clave está en entender con claridad el concepto estructural que hay detrás de una estructura de acero, “porque si no lo entiendes, no lo aquilatas y no lo incorporas en tu proceso de montaje, puedes generar problemas serios. Porque cambian los estados tensionales de una estructura, dependiendo de cómo la montes. En numerosas ocasiones durante el montaje se le imponen condiciones a los elementos estructurales que no cumplen con la concepción original y pueden generar fallas antes que llegue a completar el montaje”, agrega Contreras.

La estructura metálica debe apoyarse en elementos que están embebidos o anclados, en una obra civil, en hormigón. “Por lo tanto, se debe chequear que la disposición de esos elementos sea correcta, pues las tolerancias de las estructuras metálicas son en milímetros y las de las obras civiles de hormigón son en centímetros”, señala Iván Matesic. A su vez, desde un punto de vista logístico, se deben definir los espacios donde acopiar las diversas piezas de la estructura y especificar el procedimiento de acopio para evitar deformaciones indesea-



Confianza y variedad en aceros

Más de 60 años de experiencia y constante innovación respaldan el reconocimiento a la calidad de nuestros productos y seriedad en el servicio.

- ✓ Confort Térmico.
- ✓ Optimiza el consumo energético.
- ✓ Mayor Resistencia Estructural.
- ✓ Solución Integral.
- ✓ Variedad de colores.



Confianza en aceros

Venta al Detalle: Arturo Prat 1506 Santiago - Chile Tel: (56 2) 412 27 00 Fax: (56 2) 412 27 40
Venta Industrial: Aeropuerto 9510 Cerrillos, Santiago - Chile Tel: (56 2) 412 26 00 Fax: (56 2) 412 26 45

www.villalba.cl
ventas@villalba.cl



El terremoto de 2010 presentó exigencias de desplazamiento horizontal y vertical excesivamente grandes, según los expertos. Eso generó problemas en estructuras, incluso en acero.



Una de las principales fallas generadas por el terremoto dice relación con las condiciones en que se diseñaron los anclajes. Hubo arrancamientos, fallas de adherencia entre hormigón y anclaje.

Fundamental resulta preocuparse de la estabilidad, del alineamiento, acoplamiento y nivelación de la estructura.



bles y facilitar la ubicación de las distintas piezas. El proceso requiere de elementos de izamiento, como las grúas (hidráulicas o torre), accesorios de montaje como estrobos y aparos y elementos para que el personal pueda acceder a los puntos de conexión (andamios, grúas man lift y scissor lift, canastillos).

En general, se trata de instalar la obra gruesa (columnas y vigas), para luego poner los contravientos y dar forma a la estructura y su posición definitiva. Fundamental resulta preocuparse de la estabilidad, del alineamiento, acoplamiento y nivelación. Tras ello, se procede a soldar (que es poco común) o a "torquear" los pernos con una tensión predefinida de acuerdo al tipo. Finalmente, viene la etapa de colocar los elementos secundarios: costaneras y elementos de revestimientos. "La soldadura en terreno es más difícil de realizar que en planta, por problemas de viento o lluvia, entonces lo que se recomienda es que todas las soldaduras se hagan en fábrica, y las uniones de terreno deberían ser apernados", sintetiza Matesic.

TERREMOTO Y PRINCIPALES FALLAS

El 27 de febrero de 2010 las estructuras industriales vivieron su mayor examen. Si bien hubo algunos problemas, especialmente en las interacciones con los suelos, la respuesta fue positiva, así coinciden todos los expertos. "El gran problema del sismo del 2010 fue que en algunas partes, las exigencias de desplazamiento horizontal, y también de despla-



AISLACIÓN SÍSMICA. SI BIEN LAS ESTRUCTURAS INDUSTRIALES,

especialmente las de acero, respondieron positivamente al terremoto, existe la posibilidad del uso de aislación sísmica para este tipo de construcción. El llamado de los expertos es a utilizar esta solución como una alternativa en el caso que sea necesario. "Los sistemas de reducción de vibraciones, entran a funcionar cuando ves que hay problemas con el diseño tradicional que no puedes resolver de otra forma", explica Pedro Hidalgo. "Los equipos probablemente sea buena idea aislarlos, sobre todo los vibratorios, que se podrían dañar con el sismo", añade Herrera. "Al usar aislación se podría reducir la demanda, las fuerzas para las que se diseñó la estructura. No es la tendencia, pues es preferible darle mayor seguridad a la estructura en el mismo diseño y usar los aisladores como una seguridad adicional", complementa el académico de la U. de Chile. Si el uso de aisladores va a permitir asegurar la condición de continuidad de operación, indudablemente al mandante le va a parecer atractivo. Finalmente, es un tema de costos, sintetizan los expertos.

zamientos verticales, fue excesivamente grande. Eso generó problemas en estructuras, incluso en acero. En la zona de Concepción, colegas me han comentado que vieron fallas grandes", comenta Sergio Contreras. Aun así, "de acuerdo a la experiencia del terremoto, todo indicó que, apegados a la norma (NCh2369) las estructuras no pasaron grandes sustos", acota Ricardo Herrera.

Ahora bien, una falla sería que evidencié el sismo, y que representa un problema genera-

lizado en este tipo de estructuras, dice relación con el anclaje entre el hormigón y el acero. "Hubo problemas en el diseño y ejecución de los anclajes, los cuales resultaron ser insuficientes. Hubo arrancamientos, fallas en la adherencia entre hormigón y anclaje. Hay que poner atención a esto", advierte Contreras. "Se observaron fallas en planchas de conexión y algunos pandeos en cuerdas de vigas. Eso es por la diferencia de elasticidad que tienen las distintas masas hormigón y

estructura metálica. Los esfuerzos a los que son sometidas las estructuras metálicas en un sismo, deberían ser menores a los de una de hormigón, solamente considerando el peso de la estructura. Hay inercia. Cuando se mueve el suelo, se produce una fuerza por la inercia de la estructura y si ésta es liviana esa fuerza es menor. Por otro lado las estructuras metálicas son más elásticas, por lo que tienen la capacidad de deformarse. El hormigón es mucho más rígido", explica Matesic.

Herrera profundiza: "hubo problemas de aplastamiento del hormigón o del mortero bajo la placa base. Fallaron los sellos. Y es que para nivelar los pedestales que quedan a diferente altura, se aplica mucho mortero, entre la placa base y los pedestales. Una solución que funciona bien si se hace en capas delgadas, pero no con una capa gruesa. Eso es un problema de montaje que es más bien generalizado, no sólo de este país". También hubo fallas de diseño, especialmente en un tipo específico de diagonales, los arriostramientos XL o perfil estrella. "Ese perfil tiene

BIT 83 MARZO 2012 ■ 21


NO NOS VEMOS...
PERO CON **SEGURIDAD** ESTAMOS



SOLETANCHE BACHY
TECNOLOGIAS DEL SUELO

SOLETANCHE BACHY CHILE S.A.
Av. Los Cerrillos 980, Cerrillos, Chile. Casilla 122
(56 2) 584 9000 Fax: (56 2) 584 9001

www.soletanche-bachy.cl

UNA EMPRESA DE  SOLETANCHE FREYSSINET

Fundaciones especiales y geotécnica
Túneles y obras subterráneas
Sondajes de exploración

CENTRAL HIDROELÉCTRICA RALCO,
INYECCIONES PARA CORTINA DE
IMPERMEABILIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN



CONCLUSIONES

La construcción industrial juega un rol fundamental en el desarrollo del país. Por tal razón, más allá de resistir estructuralmente, debe ser capaz de mantenerse en pie y seguir produciendo, ante cualquier vicisitud. Las recomendaciones son:

- Las disposiciones necesarias para ejecutar este tipo de proyectos, tienen que ver con su resistencia y con el cuidado que se debe tener con ellas. Lo que debe primar, es comprender el significado de que una de estas estructuras falle y la implicancia que tiene para el proceso productivo.
- Las estructuras metálicas son complejas, pueden tener muchos tipos de fallas. Es preciso preverlas en la etapa de diseño citándose a la normativa y a las especificaciones técnicas vigentes.
- Se debe velar porque no existan fallas de inestabilidad prematura, que no permiten que el edificio alcance su resistencia. Eso tiene que ver especialmente con el diseño de los perfiles metálicos y las conexiones.
- En relación al montaje, hay que ajustarse a las tolerancias de fabricación establecidas en las normas y especificaciones técnicas. Hay que ser cuidadoso y prolijo, siguiendo al pie de la letra los estándares de seguridad y el planeamiento del montaje.

la particularidad de que su falla a la compresión, es de modo torsional, pero me encontré con la sorpresa que hay gente que no las diseña para ese tipo de falla, sino que para flexión. Como la resistencia a la compresión por torsión es mucho más baja que la flexión, efectivamente, los perfiles fallaron antes de lo que se esperaba, y se torcieron, haciendo fallar a las uniones que no estaban diseñadas para esos esfuerzos. Lo más probable es que

haya sido un problema de diseño por mala información”, finaliza Herrera.

Pedro Hidalgo también recomienda velar por los problemas de inestabilidad y pandeo al momento de diseñar una estructura. “Hay dos pérdidas de funcionalidad de un elemento. Uno porque se agota su resistencia y otro porque se vuelve inestable, sin que alcance su resistencia máxima. Entonces, con las estructuras metálicas que son estructuras esbeltas,

no solamente se debe velar porque tenga una adecuada resistencia, sino porque no existan esas fallas de inestabilidad prematura, que no permiten que el edificio alcance su resistencia por causa de inestabilidades locales. Eso tiene que ver especialmente con el diseño de los perfiles metálicos”.

Hay avances en la revisión y mejora de normas y especificaciones. El diseño estructural va evolucionando y se debe coordinar con la arquitectura. El desarrollo en el detallamiento es clave. “En este tipo de cosas hay desafíos importantes. También hay que preocuparse fundamentalmente de la calidad del acero. Lo que tiende a pasar es que llegan productos de cualquier parte del mundo y se debe tener un control muy grande para unificar las calidades. En Chile habiendo una buena normativa, no hay suficiente control de su cumplimiento. En eso estamos tratando de avanzar”, concluye Sergio Contreras. Son los gigantes de metal, el reflejo del progreso. ■

www.icha.cl; www.joma.cl; www.ara.cl;
www.ingcivil.uchile.cl

Con el terremoto algunos perfiles fallaron antes de lo que se esperaba, y se torcieron, haciendo fallar a las uniones que no estaban diseñadas para esos esfuerzos.



ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Montaje industrial. Pesos pesados”. Revista BiT N° 67, Julio 2009, pág. 14.
- “Corrosión en estructuras de acero. Cuestión de cuidado”. Revista BiT N° 81, Noviembre 2011, pág. 20.

¿SOLDADURA FUERTE PARA REDES DE GAS DOMICILIARIO?

Decreto 66 (Art. 45 Punto 45.2.6) - SEC

Desde hoy, todas nuestras ventas de Soldadura Fuerte incorporarán un CERTIFICADO DE ANALISIS DE COMPOSICION QUIMICA hecho por Espectrometría de Emisión Óptica de la más alta precisión que acredita el pleno cumplimiento de las Normas Internacionales fundadas por la American Welding Society (AWS) de Estados Unidos y Deutsches Institut für Normung (DIN) de Alemania.

Evite Aleaciones de Composición Desconocida.



ARGENTA
TECNOLOGIA EN SOLDADURA



Santa Corina 0198, La Cisterna, Santiago, Chile
Tel. (56-2) 522 2222 - ventas@argenta.cl