

STESSA 2012: Conferencia sobre el Comportamiento de Estructuras de Acero en Zonas Sísmicas

Por primera vez se celebró en América Latina (Santiago de Chile del 9 al 11 de enero) la conferencia STESSA, que contó con el patrocinio de Alacero. La conferencia convocó a los especialistas en el Comportamiento de Estructuras de Acero en Zonas sísmicas y se realiza cada tres años desde el año 1994. Es organizada en su versión 2012 por la Universidad de Nápoles Federico II y por el Depto de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile. Es una conferencia particularmente participativa ya que concurren más de 150 especialistas de todos los continentes que presentan más de 169 trabajos a lo largo de sus 3 días de sesiones. Además de Alacero¹, fueron patrocinadores Gerdau Aza (asociado de Alacero) y 3 prestigiosas instituciones: Consejo Europeo para la Construcción en Acero (ECCS), Cámara Chilena de la Construcción y la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica. De esta forma Alacero reafirma su compromiso con la promoción de la difusión del Conocimiento, en este caso particular en la comunidad de especialistas de Construcción en Acero, ante la cual consolida la imagen de su nueva marca, complementando las acciones ya desarrolladas en los sitios www.construccionenacero.com y www.arquitecturaenacero.org, así como en sus respectivos newsletters.

En forma complementaria a las presentaciones realizadas en la conferencia, es de particular valor los Anales de la Conferencia en un grueso tomo de 1113 páginas, cuidadosamente impreso en Estados Unidos cuya consulta se recomienda a los interesados. Además incluye un CD con los trabajos en formato digital. Se puede pedir a stessa2012@ing.uchile.cl

Presentaciones destacadas

Se plantearon 5 presentaciones de disertantes destacados (*keynotes speakers*):

- 1) **Aplicaciones recientes de la Aislación sísmica y Disipación de Energía para estructuras de acero y otros materiales y condiciones para su uso correcto**, Alessandro Martelli (Univ. Bologna).

Más de 16.000 edificios en todo el mundo están protegidos por técnicas antisísmicas (AS) ya sea por aislación sísmica (*seismic isolation = SI*), de disipación de energía (*energy dissipation = ED*) u otros métodos de menor difusión. Se advierte que existe una baja cantidad de este equipamiento instalado en América Latina. (Figura 1)

El trabajo presentado por Martelli, es una excelente revisión del estado del arte de estas tecnologías, enfatizando la necesidad de aplicarlas en forma correcta. El autor indica que al menos hasta el Gran Terremoto de Japón Oriental (2011), las estructuras protegidas por aisladores de caucho (*rubber bearings*) tuvieron un excelente comportamiento a pesar de haber sido afectados por violentos terremotos. Sin embargo, comenta que hasta recientemente se usaban aisladores solo para

¹ Alacero ya había contribuido en la edición de STESSA 2009 con la financiación de viaje y viáticos del autor del mejor trabajo latinoamericano presentado para esa conferencia.

edificios de hasta 20 pisos, mientras que los disipadores de energía eran los usados para los de mayor altura.

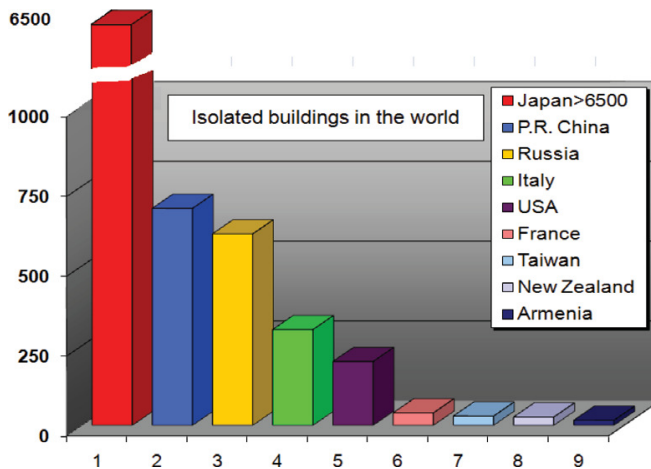


Figura 1

Advierte Martelli que dado que el acero tiene periodos fundamentales mayores que el concreto reforzado debe darse particular atención al uso de los aislantes sísmicos mientras que en general los disipadores de energía son beneficiosos en la mayoría de los casos. Martelli pasa revista a los usos en las diversas regiones y enumera los cuidados que debe tenerse para la correcta selección de los aisladores sísmicos alertando que en el caso de una mala selección o implantación, la estructura se volverá menos resistente que una estructura convencional.

2) **Respuestas de los edificios de altura en Tokio durante el Gran Terremoto de Japón Oriental del 2011.** Kazuhiko Kasai (Tokyo Institute of Technology)

Lo interesante de este trabajo es que muchos edificios de Tokio estaban instrumentados con acelerómetros como consecuencia de las modificaciones introducidas después del terremoto de Kobe y/o estaban equipados con amortiguadores anti-sísmicos modernos. El trabajo compara las respuestas de 3 edificios de alturas entre los 21 a 54 pisos con amortiguadores y uno de 29 pisos sismo-resistente pero sin amortiguadores. Los sensores permitieron determinar los valores de aceleración en la base y aceleración de los distintos pisos de un mismo edificio. En la figura 2 se muestra la variación del factor de amplificación (relación de las aceleraciones de piso superior versus la de la base) en relación a la altura del edificio para edificios sismo resistentes versus aquellos con sistemas de protección sísmica (amortiguación). Advierte el autor que mientras que en la mayoría de los casos se establecen en el diseño valores para el desplazamiento, raramente se explicitan las aceleraciones, que cuando son excesivas causan grandes pérdidas (incluso humanas) debido a daños en los elementos no estructurales y en el equipamiento. Es por ello que el autor recomienda que se tome más seriamente el efecto de la amplificación de la aceleración en los distintos pisos de un edificio en altura en una zona sísmica.

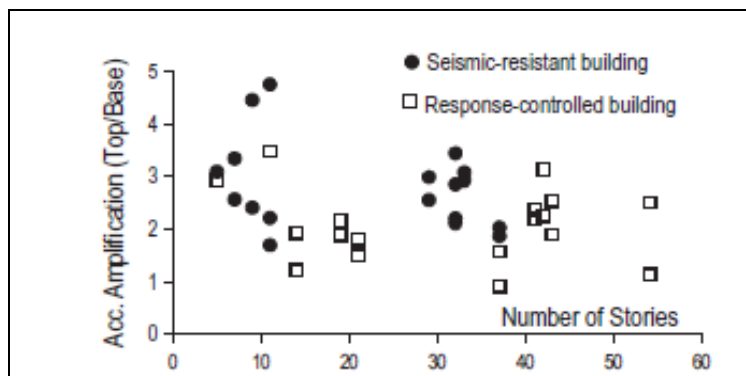


Figura 2

Se estableció en la presentación que el criterio que establece que los componentes de períodos cortos en los edificios alto dan seguridad es incorrecto. Son tan vulnerables como los componentes de periodos largos debido a picos (de hasta 2 g) de múltiple resonancia creados por los diversos modos del edificio. Como el equipamiento puede volcarse cuando la aceleración del piso supera los 0,3 g y los cielos rasos (periodos de vibración de 0,3 a 1 seg) cuando excede 1 g, se formula una alerta a las respuestas de los componentes no estructurales y equipamiento en el caso de un terremoto importante. Considera el autor que con solo incrementar en forma moderada el amortiguamiento en un 3 % se puede reducir la aceleración en forma considerable.

3) **Investigación en conexiones en estructuras de acero y compuestas**, James Ricles (Lehigh University)

Esta presentación no estaba incluida en el tomo de los anales ni como texto ni en el CD adjunto.

Ricles pasó revista a las acciones del consorcio SAC para resolver los problemas que aparecieron en Northridge; haciendo notar que no hubo allí fracturas dúctiles sino frágiles en uniones soldadas, materiales de placas y columnas. Analizó las posibles causas con detalle sobre todo respecto al agujero de acceso a la soldadura (*weld access hole*) y los casos de fractura frágil en la mitad de las bridas de las vigas.

Consideró las ventajas de armar conexiones con zonas de placas más resistentes y el uso de vigas de acero con columnas de tubos rellenos de concreto (CFT).

Todo esto fue presentado tanto con cómputos por elementos finitos como por abundantes ensayos.

4) **Daño en edificios de pisos con marcos de acero en la serie de terremotos en Christchurch en los años 2010/2011** Charles Clifton (The University of Auckland)

Esta presentación impactó a la audiencia sobre todo viendo el grado de impacto en la vida general de una ciudad por la ocurrencia de terremotos. A ello se agregó la desazón del autor al ver destruida su ciudad. Fueron 6 terremotos a lo largo de 2010 y 2011. Respecto al acero, la serie acumulada de eventos sísmicos fue más severa que un evento simple de duración comparable ya que debido al envejecimiento por deformación (*strain aging*) del acero por el terremoto más intenso del 22-Feb-2011 se aumentó la tensión de fluencia y disminuyó la ductilidad de los elementos que plastificaron antes del segundo evento en intensidad del 13-Jun-2011. En el citado

terremoto del 22-Feb-2011 se superaron de 1,5 a 2 veces los estados límites fijados por las normas neozelandesas.(figura 3)

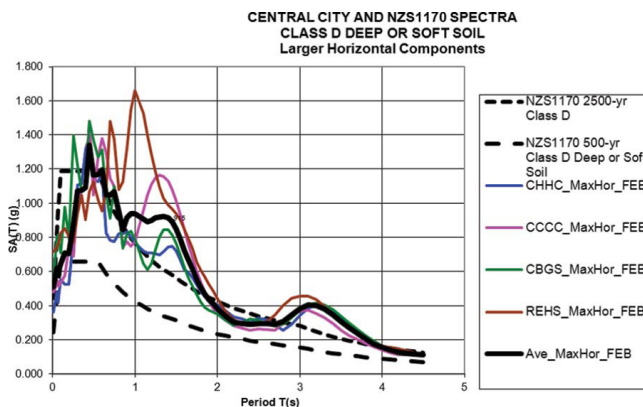


Figura 3

Muchos de los edificios de altura usaron sistemas EBF (*eccentrically braced framed seismic-resisting systems* o sea con riostras asimétricas) que por primera vez actuaron en la zona inelástica con muy buen resultado. Dada la magnitud del fenómeno, se atribuye el buen comportamiento a valores de fluencia del acero superiores a los valores nominales, resistencia adicional brindada por las losas compuestas (despreciado en el diseño), colaboración de paredes no estructurales de concreto, entre otros factores. El artículo analiza también las fallas de algunos elementos de dichos edificios de altura de reciente construcción con fotos y análisis detallados. Los problemas se debieron a mal diseño o detallamiento. Cabe mencionar que aún hoy el centro de la ciudad de Christchurch permanece cerrado debido a la cantidad de edificios a demoler o a reconstruir.

- 5) **Performance sísmica de las estructuras de acero durante el terremoto del Maule (2010)**, Ricardo Herrera (Universidad de Chile) Este artículo muestra el buen comportamiento de las estructuras de acero (en general de los tipos CBF-marcos arriostrados concéntricamente y MRF, arcos resistentes a momento) frente al evento sísmico atribuyéndose más a la sobre-resistencia exigida por el código chileno que al uso de la ductilidad de las estructuras. Los principales problemas se concentraron en las bases de las columnas, anclaje de tanques, riostras, recipientes (ej.: silos).

Otra sesiones:

La siguiente es la tabla de las sesiones (extraído del CD que acompaña los manuales)

Table of contents
Preface
Organization
Acknowledgements
Keynote lectures
Analytical and experimental methods
Connection behavior
Design, fabrication and practice
Global behavior
Member behavior
Mixed and composite structures
Self-centering seismic systems
Passive, semi-active and active control
Performance-based design of structures
Seismic, wind and exceptional loads
Strengthening, repair and monitoring

Si bien los títulos de las mismas se pueden consultar en el sitio de STESSA 2012 cabe mencionar entre los más de 169 trabajos los siguientes que fueron presenciados por el cronista de Alacero:

- a) Las dedicadas a los temas de sistemas auto-centrados (*self-centering*) que ocuparon 2 sesiones del congreso. Mediante una variedad de sistemas tiende a contrarrestar las fuerzas actuantes sobre los elementos evitándose que entren en el periodo plástico ya que esto implica reparaciones posteriores. Se observa que estos son sistemas sofisticados que se están probando en forma intensiva en diversas universidades y para las distintas configuraciones de estructuras de acero.
- b) Diversas presentaciones de autores latinoamericanos. Varios de ellos correspondían a ensayos o estudios por elementos finitos de diversos elementos o conexiones de estructuras ente los cuales se destacaron los representantes de Chile, Colombia, y México
Se orientaron a temas prácticos las siguientes presentaciones:
 - b1) La presentación en la sesión de poster sobre Aceleraciones críticas como descriptores de la vulnerabilidad de tanques de acero bajo acciones sísmicas (Pérez Rocha),
 - b2) Diseño óptimo ante acciones sísmicas y de viento para turbinas eólicas de acero en México. Muy útil para el caso de los generadores eólicos que encontrarían óptimas condiciones en el istmo de Chapultepec en que no hay montañas que interrumpan el paso de los vientos entre los océanos Atlántico y Pacífico. (Pérez Rocha),
 - b3) Un sistema de bajo costo de arriostamiento anti-sísmico por tensores que debería

evaluarse en los aspectos arquitectónicos y de cálculo (Control de vibraciones por medio de riostras independientes rígidas para protección sísmica) (Tosoni)

- c) Un trabajo muy claro sobre Metodología para cuantificar la sustentabilidad sísmica de estructuras de marcos de acero (Chanchí y otros). No se encuentra en el tomo de los anales sino en un cuadernillo complementario. Evalúa la sustentabilidad en función de 4 parámetros: Grado de complejidad del elemento que se plastificó en un sismo, Daño en las losas, Daño por desplazamiento entre pisos, Desplazamiento permanente

Una particular felicitación merecen los profesores Mazzolani y Herrera por todo el esfuerzo y cuidado que han desarrollado para el éxito de la organización de esta interesante conferencia STESSA 2012

La próxima reunión se realizará en Shanghai en el año 2015 y el de 2018 en Christchurch. Estaba previsto realizar la próxima reunión en Nueva Zelanda pero los daños del terremoto complican la disponibilidad de hoteles y lugares para la reunión. Asimismo se aprovechará en esa ocasión para analizar la forma en que se encaró la reconstrucción de la ciudad dañada.