

REVISTA DE INGENIERÍA SÍSMICA

Título: Observaciones sobre los criterios normativos para estimar desplazamientos inelásticos en edificios ubicados en terreno blando

Autores: Jorge Ruiz-García y Erick J. González Cuevas

NOTA: Con la finalidad de facilitar el proceso de revisión, los autores escriben la respuesta a los comentarios del revisor en color rojo. Asimismo, los cambios que se realizaron en el texto original también se indican en color rojo.

Revisor A:

El documento sujeto a revisión aborda un tema de interés para la evaluación práctica y simplificada de estructuras a base de marcos resistentes a momento que se encuentran sujetas a sismos de gran intensidad y están desplantadas en terreno blando como lo es la zona del lago del valle de México, sin embargo, la información que se presenta en algunas secciones es escasa para poder reproducir los resultados que los autores obtienen.

R. Los autores quisieran agradecer la revisión cuidadosa e interés del revisor/revisora. Asimismo, quisiéramos mencionar que los resultados que se presentan fueron obtenidos con modelos analíticos de edificios y un conjunto de historias de aceleración del terreno disponibles en la literatura, como se indica en el texto. Los edificios considerados fueron diseñados y descritos detalladamente (espectros de diseño, secciones transversales, cuantía de refuerzo para elementos de concreto, etc.), como se indica en el texto, en Terán (1998) y Díaz (2006). Por ello, los autores consideran que reproducir la descripción detallada de los edificios extendería considerablemente el artículo.

Por otra parte, el conjunto de registros sísmicos fue ensamblado a partir de la Base Mexicana de Sismos Fuertes (SMIS, 1999). En la versión revisada del artículo se indica que cada registro sísmico se corrigió por línea base y fue filtrado empleando el software SismoSignal (2016).

Existen trabajos que se han desarrollado previamente analizando la estimación con métodos simplificados de los desplazamientos, situación que los autores del documento en revisión presentan; dentro de los documentos se encuentran artículos en lo que ha participado el primer autor. Por esta razón, se recomienda que la sección de la introducción se complemente con la inclusión y presentación de dichos documentos, ya que este revisor considera que el contenido de la introducción en su estado actual es débil y da a entender que hasta el momento no se han desarrollado investigaciones al respecto.

R. Los autores coinciden con el revisor en la necesidad de ampliar cualitativamente la sección de Introducción. Para tal fin, quisieran recordar que el objetivo del artículo consiste en revisar los criterios normativos incluidos en la NTC-Sismo Edición 2004 para la estimación de desplazamientos inelásticos y exponer sus limitaciones. De esta manera, la descripción, o propuesta, de métodos alternos para la estimación de desplazamientos inelásticos esta fuera del alcance del artículo.

En la versión revisada de la Introducción se adicionaron las referencias de Uang (1991), Uang y Maarouf (1994), y Carrillo *et al.* (2014) con la finalidad, en concordancia con el revisor, de proporcionar un contexto del estudio que se presenta. Asimismo, se incluyeron referencias adicionales para aclarar el contenido del artículo.

Este revisor considera que en la presentación de los resultados es necesario mostrar mayor información, por ejemplo: más estadísticas sobre el porcentaje de sobreestimación de desplazamientos, la dispersión asociada y su discusión correspondiente, de igual forma, definir el rango específico de periodos de vibrar donde se presenta dicha sobreestimación; por mencionar algunos resultados adicionales.

R. Gracias por la observación. Los autores quisieran recordar que el objetivo del artículo de investigación que se presenta consistió en examinar críticamente los criterios normativos de las NTCS-04 para estimar desplazamientos laterales. La sobre-estimación específica y dispersión asociada en la predicción de los desplazamientos laterales dependen de varios factores, como el tipo de edificio, criterios de modelado, número y características de los movimientos del terreno. Por ello, no se realizó un estudio estadístico riguroso para identificar tendencias.

Comentarios específicos:

Página 1, Resumen: En esta sección los autores indican que “Se presentan los resultados de la evaluación de los criterios normativos incluidos en las NTC-Sismo edición 2004 para estimar desplazamientos laterales en edificios”. Al respecto, se recomienda a los autores que modifiquen la redacción de esta oración y especifiquen que los criterios a revisar corresponden a la sección del método estático.

R. Los autores quisieran notar que los criterios normativos incluidos en las NTC-Sismo edición 2004 para estimar desplazamientos laterales indicados en la Sección 1.8 son aplicables tanto para el método estático como para el método dinámico modal como lo indican las siguientes frases:

“Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos producidos por las fuerzas cortantes sísmicas de entrepiso, calculados con alguno de los métodos de análisis sísmico que se describen en los Capítulos 8 y 9...El desplazamiento será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas según los criterios que se fijan en el Capítulo 4,...”.

Para aclarar que sólo se consideró el método de análisis estático, se incluyó la siguiente frase al final de los objetivos del estudio:

“Cabe notar que para la evaluación de los desplazamientos empleando la normatividad vigente sólo se consideró el método estático de análisis.”.

Página 1, primer párrafo de la introducción: Los autores hablan de que actualmente se tiene en los reglamentos un diseño multinivel, sin embargo, no presentan referencias al respecto que puedan sustentar dicho comentario. Además, sería conveniente especificar que en todo caso, estos objetivos están presentados de manera implícita en los procedimientos de diseño actuales.

R. Los autores quisieran aclarar que el párrafo referido no indica que “*actualmente se tiene en los reglamentos un diseño multinivel*”, únicamente indica los objetivos del diseño sísmico mundialmente aceptados e incluidos implícitamente (coincidiendo con el revisor) en los reglamentos en materia de diseño sísmico. Atendiendo la sugerencia del revisor, se incluyó como referencia el libro “Diseño sísmico de edificios” (Bazán y Meli, 1999), la cual es una referencia básica en el área de ámbito de la Ingeniería Sísmica mexicana.

Página 2, primer párrafo: Los autores mencionan que el desplazamiento máximo es un parámetro importante para cuantificar el daño en la estructura. Esto no es válido para todos los tipos de

estructuras, ya que para estructuras de poca y mediana altura, un parámetro que representa el daño de mejor manera que los desplazamientos es la distorsión de entrepiso. Por esta razón, se recomienda a los autores que especifiquen en qué tipo de estructuras es recomendable emplear el desplazamiento como respuesta estructural para relacionarlo con el daño y además, se recomienda especificar a qué desplazamiento se refieren: desplazamiento máximo de entrepiso o desplazamiento máximo de azotea.

R. Los autores difieren respetuosamente con el revisor, bajo los siguientes argumentos:

- 1) De acuerdo a la teoría clásica de Dinámica Estructural, el desplazamiento, así como la velocidad y la aceleración, son parámetros de respuesta básicos de una estructura sometida a excitaciones dinámicas (por ejemplo: Chopra, 1995). Considerando un sistema de múltiples grados de libertad, los desplazamientos se calculan relativos a la base de la estructura (es decir, sin considerar el desplazamiento de la base). Por definición, la distorsión de entrepiso se define como la diferencia entre desplazamientos laterales de grados de libertad consecutivos (o pisos en un edificio como lo indica la Sección 1.8 de las NTC-Sismo edición 2004) normalizada respecto a la diferencia en altura de ambos pisos (o altura relativa). Es decir, la distorsión de entrepiso es un parámetro de respuesta derivado de un parámetro de respuesta básico (el desplazamiento lateral). De esta manera, a partir de los desplazamientos laterales calculados, por ejemplo, para un edificio de múltiples pisos, es posible derivar diferentes medidas de distorsión: distorsión de entrepiso, distorsión máxima de entrepiso, distorsión de azotea, etc.
- 2) Numerosos estudios experimentales que han ensayado elementos estructurales de diferentes materiales (acero, concreto reforzado, mampostería, etc) empleando protocolos de carga basados en desplazamiento lateral (o ductilidad) han evidenciado que la evolución del daño estructural depende significativamente del nivel de desplazamiento lateral (o bien, expresado en términos de distorsión) que se le imponga. Por ejemplo, se puede consultar la referencia clásica de Qi and Moehle (1991) para elementos de concreto reforzado.

Con base en lo anterior, la evolución del daño en elementos estructurales depende del nivel de desplazamiento lateral (o bien, expresado de manera normalizada como lo es la distorsión) que se le imponga, ya sea para estructuras de baja o mediana altura, o bien estructuras altas.

Página 2, primer párrafo, líneas 4 y 5: Los autores recomiendan que para la estimación de los desplazamientos se tomen en cuenta todas las incertidumbres involucradas en el proceso de diseño y excitación. Estas líneas dan a entender a este revisor que los autores las incluirán en el proceso de evaluación de los desplazamientos que presentan en el documento sujeto a revisión, si es así, este revisor recomienda que los autores especifiquen cuáles son dichas incertidumbres, sin embargo, se observa que en la información que presentan durante el desarrollo del documento, no se incluyen ningún tipo de incertidumbre (al menos no de manera explícita), por lo que se les recomienda a los autores la eliminación de estas líneas.

R. Los autores quisieran aclarar que no es una recomendación, dado que la frase mencionada se ubica en la Introducción y, posteriormente, se indican los objetivos del estudio. La frase indica claramente que “...**es deseable** que este desplazamiento máximo sea estimado de manera razonable, teniendo en cuenta todas las incertidumbres involucradas en el proceso de diseño y la excitación. ...”, la cual es una premisa inherente en el análisis de un fenómeno físico, como el que nos atañe; pero que para fines ingenieriles, normalmente se realiza de manera simplificada. En el contexto del artículo, le corresponde a los criterios normativos cumplir con esta premisa, lo cual se realiza de manera simplificada empleando los criterios que se describen en el artículo. Las recomendaciones derivadas de este estudio se indican en la sección Conclusiones.

Página 2, tercer párrafo: Se recomienda a los autores que expliquen la razón por la cual la discusión de la evaluación de los desplazamientos la hacen con el método estático y no con otro método como lo es el modal espectral, que también lo mencionan las NTCS-04.

R. El objetivo principal del estudio que se presenta consistió en evaluar los criterios normativos para estimar desplazamientos laterales, los cuales son aplicables tanto para el método estático como para el método modal. Exhibir la diferencia cuantitativa en el uso del método estático o dinámico modal esta fuera del alcance de este estudio. Para aclarar esta situación, se incluyó la siguiente frase posterior a los objetivos de este estudio:

“Cabe notar que en este estudio sólo se consideró el método estático de análisis para la evaluación de los desplazamientos. Esto se atribuye a que los criterios normativos para la obtención de desplazamientos laterales son aplicables tanto para el método estático como el método modal (sección 1.8 de las NTCS-04). Asimismo, exhibir la diferencia cuantitativa en el uso del método estático o dinámico modal para estimar desplazamientos laterales esta fuera del alcance de este estudio.”

Página 2, ecuación 1: especificar que Δ_i y Δ_e son desplazamientos laterales relativos de entrepiso.

R. Al final de la descripción de las variables indicadas en la ecuación 1 se incluyó la siguiente frase:

“Tanto Δ_i como Δ_e son desplazamientos laterales medidos respecto a la base.”

Página 2, cuarto párrafo, última línea: sustituir “EL” por “EI”

R. Se revisó el mencionado párrafo.

Página 2, cuarto párrafo, última línea: hace falta una referencia cuando los autores mencionan la regla de iguales desplazamientos,

R. En la versión actual del artículo no se menciona la regla de iguales desplazamientos.

Página 4, primer párrafo: ¿Por qué si se van a evaluar desplazamientos con las NTCS-04 se emplean edificios diseñados con otros reglamentos? Este revisor considera conveniente aclarar esta situación, ya que los resultados obtenidos podrían presentar inconsistencias que no necesariamente se deban al método de obtención de desplazamientos empleado, sino al uso de dos reglamentos diferentes, uno para el diseño y otro para la evaluación.

R. Con la finalidad de aclarar el contenido y objetivos del artículo, se realizaron los siguientes cambios en la versión revisada:

- 1) Se re-escribió el objetivo general y se indican las fases para alcanzar dicho objetivo.
- 2) La sub-sección “Evaluación de desplazamientos con el criterio de las NTC-Sismo 2004”, se indica como una sección titulada “EVALUACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS CON EL CRITERIO DE LAS NTCS-04”

Como el revisor pudo notar, la primera parte de este estudio se enfocó a determinar el cociente Δ_i/Δ_e en sistemas de múltiples grados de libertad, una aportación de este estudio, cuyos resultados sirven de base para examinar los criterios establecidos en las NTCS-04. En la segunda parte, la evaluación de los criterios normativos de las NTCS-04 se realiza con edificios diseñados con dicha

normatividad (lo cual ya ocurría en la versión original, pero se decidió mostrar los resultados en una sección por separado para evitar confusiones). Las conclusiones de este estudio confirman las tendencias mostradas en estudios previos basados en sistemas de un grado de libertad (indicados en las referencias del artículo) y que deriva en una inconsistencia en los criterios normativos para estimar desplazamientos laterales: existe una zona espectral donde los desplazamientos inelásticos son menores que los desplazamientos elásticos, lo cual contradice el criterio de amplificación de desplazamientos laterales indicado en las NTCS-04, y versiones anteriores de dicho reglamento.

Página 4, segundo párrafo, línea 2: el apellido del autor debe quedar fuera de los paréntesis.

R. Con

Página 5, primer párrafo: Los autores mencionan que el modelado de las estructuras lo llevaron a cabo uniendo dos marcos planos en serie a través de trabes de liga con una “inercia muy grande”. Este revisor considera que dicho modelado es incorrecto, ya que al emplear una inercia demasiado grande en los elementos de unión, la rigidez de estos hará que se transfiera momento flexionante de un marco a otro, y no solamente la fuerza lateral que representa al sismo. En todo caso, las trabes de liga deberían tener una inercia considerablemente pequeña y una rigidez axial grande.

R. Gracias por la observación, la interpretación del criterio de modelado es correcta y se corrigió en la versión revisada del artículo. Cabe aclarar que durante el proceso de análisis, se verificó que la suposición de diafragma rígido entre los dos marcos fuera correcta, sin inducir momentos flexionantes dado que las trabes de liga estaban articuladas.

Página 5, primer párrafo: Los autores mencionan que “las columnas de la planta baja se consideraron empotradas, lo cual implica que los efectos de interacción suelo-estructura no tienen una influencia significativa en la respuesta sísmica”. Este revisor considera que esto no es correcto tratándose de estructuras que se encuentran desplantadas en suelo blando. Este revisor sugiere que se modifique la redacción donde se mencione que se desprecian la interacción suelo estructura.

R. Gracias por la observación, la frase se modificó:

“Sin embargo, cabe notar que los modelos analíticos no consideraron la influencia de la interacción suelo-estructura”.

Página 6, segundo párrafo, línea 1: específicamente ¿qué información se obtuvo del análisis modal espectral, o los autores se refieren a un análisis de valores característicos?

R. Es correcta la interpretación del revisor, se corrigió la frase en la versión revisada.

Página 6, segundo párrafo, línea 5: se recomienda a los autores que especifiquen por qué emplean la distorsión de azotea, θ_y , como parámetro de respuesta, o ¿los autores se refieren a la distorsión global de la estructura?

R. La intención de las tablas 1 y 2 consiste en mostrar información relevante de las características dinámicas y mecánicas de cada edificio. En particular, la información de C_y y θ_y obtenida de la curva de capacidad de cada edificio permiten al lector contar con información concisa de las propiedades del edificio. Algunos ejemplos de esta práctica se pueden encontrar en Terán-Gilmore (2004) y Bojórquez *et al.* (2011), donde también se encuentra implícita la utilidad de presentar esta información. Asimismo, para aclarar la información, se incluyó la definición de θ_y :

“...(es decir, el desplazamiento lateral de azotea asociado a la fluencia normalizado con respecto a la altura total del edificio).”

Página 8, párrafo 1: los autores mencionan las consideraciones que hicieron para llevar a cabo los análisis inelásticos, sin embargo, no dan referencia de cómo llevaron a cabo los análisis elásticos. ¿Emplearon los registros con el mismo factor de escala y solo incrementaron la resistencia de los elementos estructurales?

Página 8, figura 4: revisar ortografía de rótulos de ejes horizontales.

R. Se realizó la corrección en la versión revisada.

Figuras 5 a la 14: revisar ortografía de leyendas de datos.

R. Se realizaron las correcciones en la versión revisada.

Página 9, figuras 5c, 6c y página 10, figura 8c: como lo comentan los autores, los desplazamientos inelásticos en la azotea son menores que los desplazamientos elásticos en el mismo punto de medición cuando la relación T/T_g aumenta, sin embargo, las distorsiones máximas de entrepiso se observan relativamente iguales. Considerando que la distorsión de entrepiso máxima es un parámetro que representa adecuadamente el daño, se recomienda a los autores del documento sujeto a revisión que discutan esta observación en el documento.

R. Los autores quisieran recordar que el objetivo del artículo de investigación que se presenta consistió en examinar críticamente los criterios normativos de las NTCS-04 para estimar desplazamientos laterales. Por ello, todas las gráficas incluidas en el artículo hacen referencia a este parámetro de respuesta.

Página 10, primer párrafo, líneas 7 a la 10: Se recomienda que estas líneas y una mayor descripción de los trabajos previos se presenten en la introducción, como parte del estado del arte.

R. En la versión revisada de la Introducción se adicionaron las referencias de Uang (1991), Uang y Maarouf (1994), y Carrillo et al. (2014) con la finalidad de proporcionar un contexto del estudio que se presenta (coincidiendo con la recomendación del revisor). Como se describió al principio de esta respuesta al revisor, la descripción, o propuesta, de métodos alternos para la estimación de desplazamientos inelásticos esta fuera del alcance del artículo. Las referencias indicadas en las líneas indicadas permiten resaltar las observaciones descritas en esta sub-sección, pero no se considera relevante para este estudio describirlas en detalle como parte de la Introducción. Lectores potenciales del artículo pueden consultar las fuentes para revisar con mayor detalle los estudios mencionados.

Figura 17: Mejorar calidad de figura y renumerar como Figura 16.

R. Se realizó la corrección en la versión revisada.

Figura 18: Mejorar calidad de figura y renumerar como Figura 17.

R. Se realizó la corrección en la versión revisada.

Página 15, primer párrafo: Este revisor vuelve a sugerir que se justifique la razón por la cual se emplea el método de análisis estático para evaluar los desplazamientos máximos que se presentan en los diferentes casos de estudio que muestran, y no otro tipo de análisis como el modal espectral. Esto se sugiere para que las conclusiones que se presenten tengan un mayor alcance y no solamente

apliquen para un método de evaluación específico.

R. En la respuesta al quinto comentario específico se da respuesta al comentario.

Página 15, segundo párrafo, línea 1: se menciona la figura 19. Se debe hacer referencia a la figura 18.

R. Se realizó la corrección en la versión revisada.

Página 15, primer y segundo párrafo: Este revisor considera que es necesario presentar más detalles de las características que se emplearon para llevar a cabo los análisis estáticos y dinámicos, lineales y no. **R. A continuación se da una respuesta a las preguntas particulares del revisor:**

Para la figura 19 (en realidad 18) ¿A cuál de todas las estructuras pertenecen los resultados mostrados?; **R. En el último párrafo de la página 15 del manuscrito original se indica que:**

“Las graficas corresponden al edificio de acero de 4 niveles, con relaciones T/T_g cercanas a 0.5 (es decir, donde T_g es sensiblemente más largo que T).”

¿Cuáles fueron los criterios para definir las fuerzas del análisis estático?; **R. Los criterios empleados para definir las fuerzas sísmicas para análisis estático son consistentes con la secciones 4 y 8 de las NTCS-04. Para puntualizar esta parte, se incluyó el siguiente texto en la versión revisada:**

“Las fuerzas sísmicas utilizadas para realizar dicho análisis se calcularon de acuerdo al criterio establecido en la sección 8 y fueron reducidas por el factor de reducción, Q' , definido en la sección 4.1 del cuerpo de las NTCS-04 y por el producto del factor de reducción, Q' , y de sobrerresistencia, R , en el caso del Apéndice A de las NTCS-04.”

Para ello se empleó el espectro de diseño correspondiente a la Zona IIIb de la Ciudad de México de acuerdo a la zonificación indicada en las NTCS-04, como se indica al final de la página 4 del manuscrito original.

¿Qué factores de comportamiento sísmico se emplearon?; **R. Como se indica al final de la página 4 del artículo original “En su diseño se consideró un factor Q igual a 2.”.**

¿Cuál es el factor de escala del registro sísmico empleado?; **R. La pregunta va ligada a la siguiente pregunta, por lo que se da respuesta a ambas a continuación.**

¿La demanda representada con el registro sísmico empleado es compatible con la demanda sísmica definida por las NTCS-04?; si la demanda sísmica empleada no es compatible con las NTCS-04 entonces la comparación que se muestra en la figura 19 (en realidad figura 18) no es válida. **R. Los autores nuevamente quisieran indicar que el objetivo del estudio que se presenta no consistió en verificar la exactitud de los criterios normativos para estimar desplazamientos laterales, siendo el objetivo identificar si los criterios de “amplificación de desplazamientos” inherentes tanto en el cuerpo como en el Apéndice A de la normatividad son consistentes con las tendencias observadas en estudios previos en sistemas de un grado de libertad y, como se presenta en el artículo, en sistemas de múltiples grados de libertad. Para dar mayor claridad a esta parte de artículo, se identificó como una sección por separado. Asimismo, se modificó el texto considerando que era necesario incluir los desplazamientos laterales calculados a partir de acelerogramas asociados al “sismo de colapso”. Para tal fin, se empleó el criterio empleado por Terán-Gilmore y Jirsa (2005)**

Página 17, primer párrafo: mismas observaciones hechas para los resultados presentados en la figura 19 (en realidad 18).

R. La respuesta anterior también es válida para este comentario.

Página 17 y 18, figura 20: Modificar la leyenda de los resultados. En lugar de decir ELÁSTICO, debería decir ESTÁTICO.

R. Se atendió la recomendación del revisor.

Página 18, primer viñeta: los autores hacen alusión a que con base en los resultados que ellos presentan, existe una zona espectral dónde las NTCS-04 sobreestiman los desplazamientos que una estructura puede desarrollar si se presentan las demandas para las cuales estas estructuras fueron diseñadas. Es recomendable que los autores especifiquen cuál es ese rango de periodos de vibrar donde se presenta esta sobreestimación.

R. En la versión revisada del artículo se comenta acerca de los límites donde Δ_i es menor que Δ_e obtenida a partir de las tendencias observadas en sistemas de un grado de libertad. Respecto a los resultados obtenidos en este estudio, en sistemas de varios grados de libertad, se presenta la figura 15. Como puede observarse en la figura, existe una variabilidad respecto a los límites, la cual depende de tipo de edificio. Sin embargo, los autores quisieran aclarar que los resultados presentados en esta sección no pretenden establecer un intervalo de periodos único donde ocurre la observación mencionada, sino evidenciar que los criterios normativos utilizan un criterio de “amplificación de desplazamientos” en cualquier zona espectral (o bien, dada por el cociente T/T_g), el cual no es consistente con las observaciones previas en sistemas de un grado de libertad disponibles en la literatura, ni con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación. Establecer intervalos definitivos requiere un esfuerzo de investigación mayor, considerando un número mayor de edificios analizados entre otros aspectos, que está fuera del alcance de este estudio.

Página 18, sección Conclusiones: Este revisor considera que las conclusiones presentadas no se pueden validar si no se presenta un mayor detalle de la información asociada a las características (de demanda y estructurales) de los análisis que se desarrollaron para llevar a cabo la comparación con los lineamientos que plantean las NTCS-04.

R. El revisor ha reiterado que no se dispone de información para “validar” los resultados presentados en este estudio. Sin embargo, como se respondió al primer comentario general, desde la versión original del manuscrito se ha indicado la siguiente información:

- A. Edificios: Los edificios considerados fueron diseñados y descritos detalladamente (espectros de diseño, secciones transversales, cuantía de refuerzo para elementos de concreto, etc.), como se indica en el texto, en Terán (1998) y Díaz (2006). Por ello, los autores nuevamente consideran que reproducir la descripción detallada de los edificios extendería innecesariamente el artículo. Para facilitar la búsqueda de lectores interesados en las características de los edificios de acero, se añadió la dirección web de la referencia de Díaz (2006).

Díaz, M. A. (2006), “Confiabilidad sísmica de edificios de acero diseñados con el RCDF-2004”, Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México; 69 pp., México. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/892/DIAZGONZALEZ.pdf?sequence=1>

Los edificios descritos en la tesis de Díaz (2006) han sido empleados en estudios publicados en revistas indizadas por Bojórquez et al (2010, 2011).

Respecto a los edificios de concreto, se añadió una referencia adicional de un artículo publicado en una revista indizada donde se describen los edificios:

Teran-Gilmore, A. (2004), “On the use of spectra to establish damage control in regular frames during global predesign”, *Earthquake Spectra*, 20(3):995–1020.

- B.** Registros. Nuevamente, como se indicó en la primera respuesta a los comentarios, el conjunto de registros sísmicos fue ensamblado a partir de la Base Mexicana de Sismos Fuertes (SMIS, 1999). Dado que se incluyeron nuevos resultados, se indicó el tipo de escalonamiento en la versión revisada del artículo.

Finalmente, los autores quisieran indicar que entre las Conclusiones vertidas a partir de esta investigación realizada en sistemas de múltiples grados de libertad, se validan observaciones previamente expuestas en la literatura obtenidas a partir de análisis de un grado de libertad (Miranda y Ruiz, 1999; Ruiz-García y Miranda, 2006; Miranda, 1991; Santa Ana, 1996; Ruiz-García y Miranda, 2004; Espinoza y Terán, 2000). Por el contrario, los autores desconocen publicaciones donde se muestren tendencias opuestas tanto en sistemas de un grado de libertad como en sistemas de múltiples grados de libertad. Por ello, los autores consideran que el desacuerdo con las Conclusiones expuestas en este estudio tendría que sustentarse con estudios publicados en la literatura.

Por último, se les recomienda a los autores que lleven a cabo en todo el documento una revisión exhaustiva de la ortografía, ya que existen palabras mal escritas o mal acentuadas. Se hicieron recomendaciones específicas en observaciones anteriores.

R. Se atendió la recomendación del revisor.

REFERENCIAS ADICIONALES (NO INCLUIDAS EN EL ARTÍCULO)

Chopra, A.K. (1995), *Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering*, John Wiley & Sons,

Bojórquez, E., Reyes-Salazar, A., Terán-Gilmore A, y S.E. Ruiz (2010), “Energy-based damage index for steel structures”, *Steel and Composite Structures*; 10(4):343–360.

Bojorquez, E., Terán-Gilmore, A, Ruiz, S.E., y A. Reyes-Salazar (2011), “Evaluation of Structural Reliability of Steel Frames: Interstory Drift versus Plastic Hysteretic Energy”, *Earthquake Spectra*, 27(3): 661–682.

Qi, X. y J.P. Moehle (1991), “Displacement design approach for reinforced concrete structures subjected to earthquakes,” *Report No. EERC 91/02*, Earthquake Engrg. Res. Ctr., Univ. of Calif. at Berkeley, Berkeley, Calif.