**Respuesta Comentarios**

Las respuestas a los comentarios y recomendaciones se dividen en dos secciones. La numerada consecutivamente, son las respuestas a los comentarios en el documento de Word y la que se denominó COMENTARIO[NN1], COMENTARIO[NN2]… son las respuestas a los comentarios enviados en el documento pdf:

* 1. En las conclusiones se hace énfasis ahora que los resultados de cualquier modelo dependen de los datos y que se pretende en éste artículo mostrar las bondades de las RNAs para representar las relaciones de atenuación de la intensidad.

Por otro lado, en el artículo se adicionó una explicación sencilla en diagrama del algoritmo para obtener los resultados (Fig 1), así como la tabla 7 de los pesos. De esta manera el usuario pueda hacer uso de las RNAs con base en la tabla 7 que contiene el vector de pesos de las capas 2, 3 y 4 según la topología de RNA de cada modelo.

* 2. Se decidió cambiar la palabra “mapear” por “representar”. El título del documento quedó “REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA REPRESENTAR LA ATENUACIÓN DE LA INTENSIDAD SÍSMICA”. En ingles quedó “ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR RELATING THE SEISMIC INTENSITY ATTENUATION”.
* 3. Se introdujo el siguiente párrafo:

“Un ejemplo de modelo neuronal con dos entradas $M,R$ es representado en la ﬁgura 1 ver Haykin (1994).El mismo consta de: Las entradas $M,R$, los pesos sinápticos $w\_{1} y w\_{2}$ correspondientes a cada entrada, el valor umbral *b* y una función de activación *f*  y una salida ***I”*.**

Se introdujo esta nueva figura para dar mayor explicación:



“En este modelo, la salida neuronal *I* está dada por: *I = f(w1 M + w2 R - b)*”

* 4. La notación quedo uniforme en todo el documento. Los decimales se denotan con el punto 7.8.
* 5. En la sección de Referencias, al final, se cambió la nota “et al” y se menciona la lista de todos los autores.
* 6. Se menciona una vez la palabra Target para referirse al vector objetivo (página 5) y luego en resto del documento se usa su equivalente en castellano por “objetivo”.
* 7. En el Abstract se cambio mezcla RNA por ANN.
* 8. Se incluyó en el artículo el siguiente párrafo descriptivo de la base de datos:

“Los mapas de isosistas reportados en Prieto et al. (2011b) provienen de sismos desde 1766 a 2004. Los epicentros de los eventos son de Colombia, la parte occidental de Venezuela, la costa Pacífica de Ecuador y Perú. La gran mayoría de los mapas recolectados en dicho estudio fueron originalmente dibujados en la escala de Mercalli Modificada (MMI). Alrededor del 13% de los datos originales fueron representados en otras escalas, como R-F (Rossi-Forel), MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), MSK (Medvedev, Sponheuer, Karnik), y EMS-92 (Escala Macrosísmica Europea). En Prieto et al., (2011b) homologan las isosistas a la de Mercalli Modificadaincluir una reseña o breve descripción cualitativa de la base de datos utilizada, su cobertura, extensión y posibles limitaciones. Esto se describe en las referencias, pero es relevante incluirlo en el artículo”.

* 9. Teniendo en cuenta la recomendación (2) en el título se cambió la palabra mapear por representar y así mismo en todo el artículo se hace referencia a la palabra representar. En los resultados se presenta como una manera de representar a través de las RNAs la atenuación de la intensidad sísmica.
* 10. En las conclusiones se modificó el adjetivo excelente por mejor. Por otro lado en el documento se discute y se muestra en los diagramas de caja las dispersiones.
* 11. Debido a la inherente variabilidad de la intensidad macrosísmica, la base de datos original presenta valores de desviación estándar que varían de 1.25 a 1.92 (Tabla 6 del artículo). Sin embargo, como se muestra también en la Tabla 6, al comparar el desempeño de los resultados de las RNA y los métodos convencionales, se encuentra que las RNA presentan un mejor comportamiento ya que siempre se obtiene menor desviación estándar. Este aspecto está mencionado explícitamente en el artículo (Tabla 6 y explicación posterior en el artículo).
* 12. El revisor tiene razón. En rigor no es apropiado tratar una variable que por naturaleza es discreta como si fuera continua. Sin embargo, se han desarrollado varios estudios de atenuación de la intensidad para diferentes regiones del mundo en los últimos años debido a la utilidad que tiene para el desarrollo de estudios de amenaza sísmica. A manera de ejemplo para el Noroeste de Europa (Ambraseys, 1985); la zona de Cascadia (Bakun et al., 2002); Korea (Lee and Kim, 2002); oeste de Norteamérica (Bakun et al., 2003); India (Ambraseys y Douglas, 2004); e Italia (Gasperini, 2001, Pasolini y Gasperini et al., 2008). Generalmente, esos estudios de atenuación de la intensidad intentan hacer regresiones de la intensidad o de la diferencia de la intensidad con la distancia. Para subsanar ese inconveniente, recientemente Prieto et al. (2011b) generaron un modelo para la probabilidad de excedencia condicional de un nivel de intensidad sísmica dada una distancia al sitio. Ese modelo comprende una distribución de probabilidad condicional conjunta discreta-continua mezclada. La distribución condicional de la distancia para un nivel de intensidad es continua y se representó por una fdp lognormal, en tanto que la distribución de la intensidad es discreta y se representó por un fdp Poisson bimodal.

Como se observa, la propuesta de analizar la intensidad como variable discreta en la evaluación de la amenaza sísmica fue recientemente propuesta y por otro lado los estudios de atenuación de intensidad se siguen generando de la manera convencional.

Para resaltar el ítem anterior, se modificó el siguiente párrafo del documento:

“Existen distintas maneras de representar la atenuación de la intensidad de un evento sísmico. Dichos modelos relacionan la intensidad (I) y/o la diferencia de intensidad (I-I\_o) en función de la magnitud (M), y la distancia (R). En la literatura se han reportado modelos matemáticos y estadísticos de regresión de ajuste de datos. En forma general, el modelo matemático que ha sido usado para mapear la relación entre I, R e I\_0 tiene la siguiente estructura (Muñoz, 1989; Prieto et al., 2011a)”

Quedando de la siguiente manera:

“Existen distintas maneras de representar la atenuación de la intensidad de un evento sísmico. Dichos modelos relacionan la intensidad (I) y/o la diferencia de intensidad (I-I\_o) en función de la magnitud (M), y la distancia (R) con modelos matemáticos y estadísticos de regresión de ajuste de datos que consideran como variable continua la intensidad. En rigor, la intensidad es una variable aleatoria discreta. Prieto et al. (2011b) presenta una forma alternativa de tratamiento de la intensidad y la distancia con una función de distribución de probabilidad conjunta discreta-continua. A pesar de lo anterior, el modelo matemático que más ha sido usado para mapear la relación entre I, R e I\_0 tiene la siguiente estructura (Muñoz, 1989; Prieto et al., 2011a) tema de aplicación presentado es interesante y contribuye a mostrar las bondades del método de las RNAs en la evaluación de la Amenaza Sísmica, sin embargo la aplicación a una variable discreta y transformarla en una variable continua no es apropiado.”

* 13. Los estudios de atenuación de la intensidad sísmica mencionados en el punto anterior y la base de datos que se utilizó en el presente estudio son de carácter macrosísmico. En este caso, la escala de observación hace que una población de varios kilómetros cuadrados se le asigne un mismo valor de intensidad por lo que no es posible tener en cuenta efectos de sitio generados por la topografía o variaciones en la señal sísmica por cambios de rigidez en depósitos superficiales blandos. La intensidad macrosísmica es un valor promedio en una zona dada.

Un tipo de análisis diferente es observar la forma como la intensidad refleja la amplificación de la onda debido a efectos de sitio. Este último no es el objetivo del artículo presentado.

* 14. En el artículo se incluyo en la figura 6, un ejemplo aplicativo de las isosistas originales realizadas por Briceño (2004) sobre el sismo del Quindío en 1999 y los radios equivalentes de los mismos. El primero con relación a la información suministrada base de datos Prieto et al. (2011 b, c) y el segundo con una RNA del modelo I.

Figura 6. a) Isosista original, b) radio equivalente de isosista base de datos Prieto et al (2011a), c) radio equivalente de isosistas con redes neuronales, para el sismo del Quindío -25/01/1999.

Respuesta Comentarios sobre el documento:

COMENTARIO[NN1]:

 Se decidió cambiar la palabra “mapear” por “representar” y se acogió la recomendación del par. El título del documento quedó “REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA REPRESENTAR LA ATENUACIÓN DE LA INTENSIDAD SÍSMICA”. En ingles quedó “ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR RELATING THE SEISMIC INTENSITY ATTENUATION”.

COMENTARIO[NN2]:

Se adiciona la referencia faltante:

PENUMADU, D. Y ZHAO, R. Triaxial Compression Behavior of Sand and Gravel Using ANN, International Journal of Computers and Geotechnics. 1999, vol. 24, núm. 3, pp. 207-230.

COMENTARIO[NN3]:

Decidimos dejar la descripción de la estructura del artículo.

COMENTARIO[NN4]:

Las ecuaciones de atenuación de intensidad asignan intensidades en un sitio dada la distancia a la fuente. Con la intensidad en el sitio, existen múltiples maneras de asignar probabilidad de daño por medio de curvas de fragilidad (ver ATC 1985, Calvi et al., 1986 ). Para clarificar este punto se modificó el siguiente párrafo del artículo:

“Para Colombia y la parte norte de Suramérica, Gómez y Salcedo (2002) y Prieto et al. (2011a) han propuesto ecuaciones de atenuación de la intensidad macrosísmica. Este tipo de ecuaciones son de suma importancia para la construcción de infraestructura civil en países con un régimen sísmico alto y poca información instrumental, debida a que este es un medio para incorporar las solicitaciones de las fuentes de los terremotos. Adicionalmente, el estudio de la atenuación de la intensidad es importante en la evaluación de la amenaza probabilística sísmica, por lo que resalta la necesidad de encontrar formas alternativas que mapeen mejor dicha relación.”

Para que quede de la siguiente manera:

“Para Colombia y la parte norte de Suramérica, Gómez y Salcedo (2002) y Prieto et al. (2011a) han propuesto ecuaciones de atenuación de la intensidad macrosísmica. Este tipo de ecuaciones son de suma importancia para la construcción de infraestructura civil en países con un régimen sísmico alto y poca información instrumental, debida a que este es un medio para asignar daño a infraestructura debido a las solicitaciones de las fuentes de los terremotos. Adicionalmente, el estudio de la atenuación de la intensidad es importante en la evaluación de la amenaza probabilística sísmica, por lo que resalta la necesidad de encontrar formas alternativas que mapeen mejor dicha relación.”

COMENTARIO[NN5]:

 Se adicionó a las referencias

CHÁVEZ, M. y CASTRO, R. Attenuation of Modified Mercalli Intensity with Distance in Mexico. Bull. Seism. Soc. Am. 1988, 78(6), 1875-1884.

COMENTARIO[NN6]:

Ver respuesta comentario 12 de la carta IyU-12-132.

COMENTARIO[NN7]:

La intensidad sísmica no es una medida del daño producido ni es dependiente de la vulnerabilidad de las estructuras. En rigor, la intensidad es una medida del movimiento del terreno. Es así que si es un sitio no existen edificaciones, se puede evaluar la intensidad. Ver: http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/measure.php

COMENTARIO[NN8]:

Se cambio la palabra patrones por “datos de entrada” y adicionalmente se modificó el texto quedando de la siguiente manera:

“Dentro del subgrupo de sismos superficiales se tienen 60 eventos y 222 datos de entrada asociado con igual número de isosistas y radios equivalentes. En el subgrupo de los sismos de subducción se tienen 8 eventos y 30 datos de entrada.”

COMENTARIO[NN9]:

Las RNAs funcionan adecuadamente con un número considerable de datos. Para el caso de los eventos de subducción es claro que los datos no son suficientes para generar una adecuada representación, sin embargo en el texto se resalta el aspecto metodológico como una manera de representar la atenuación de la intensidad.

COMENTARIO[NN10]:

Como se menciona en el artículo, se muestra los resultados del modelo I a manera de ejemplo. Los resultados numéricos de los modelos I, II y III se presentan en la Tabla 3 a la Tabla 6.

COMENTARIO[NN11]:

Se eliminaron las ecuaciones del texto, teniendo en cuenta el comentario.

COMENTARIO[NN12]:

Ver respuesta comentario 13 de la carta IyU-12-132

COMENTARIO[NN13]:

Ver respuesta comentario 12 de la carta IyU-12-132.

COMENTARIO[NN14]:

Se modificó el adjetivo excelente por mejor. A pesar de la gran dispersión se resalta el buen ajuste del modelo de RNAs basadas en las métricas estadísticas que muestran un buen ajuste entre los datos observados y las estimaciones obtenidas a través del modelo de RNAs.

COMENTARIO[NN15]:

Se arregló la referencia al formato, quedo ARJUN, C. y KUMAR. A. Artificial Neural Network-Based Estimation of Peak Ground Acceleration. ISET Journal of Earthquake Technology. 2009, paper núm. 501, vol. 46, núm. 1, pp. 19–28.

COMENTARIO[NN16]:

Se incluyeron a todos los autores, la referencia fue cambiada por: BAKUN, W.; HAUGERUD, R.; HOPPER, M. y LUDWIN, R. The December 1872 Washington State Earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America. 2002, vol. 92, núm. 8, pp. 3239–325.

COMENTARIO [NN17]:

Se eliminó de las referencias

COMENTARIO [NN18]:

Se incluyó la siguiente línea:

Prieto et al. (2011b) reportan 296 isosistas con su respectivo radio equivalente.

COMENTARIO [NN19]:

 Se utilizó la misma escala de magnitud usada por Prieto et al. (20011b). Se incluyó en la Tabla 1 los tipos de magnitud usadas.

COMENTARIO [NN20]:

Se utilizó la escala de intensidad de Mercalli modificada (IMM). Se incluyó en la Tabla 1 IMM.

COMENTARIO [NN21]:

Ver respuesta comentario 12 de la carta IyU-12-132.

COMENTARIO [NN22]:

Se utilizó el radio equivalente. Se incluyó en la Tabla 1.

COMENTARIO [NN23]:

 Ver respuesta comentarios 11 y 12 de la carta IyU-12-132.

 COMENTARIO [NN24]:

El nivel de confianza de la predicción a través del uso de las RNAs es debido principalmente a la capacidad de sus funciones de aproximación universal, a la buena estabilidad de la RNA frente a las perturbaciones y a su capacidad de acomodarse a variables múltiples no lineales. Es importante resaltar que en la Figura 4 se muestra la totalidad de los puntos de la base de datos (para todas las magnitudes) con la regresión y RNA´s para una única magnitud.

REFERENCIAS DE LAS RESPUESTAS A LOS COMENTARIOS DE LOS EVALUADORES

ATC (1985) Applied Technology Council. Damage evaluation data for California.

Ambraseys, N. N. (1985). Intensity-attenuations and magnitude-intensity relationship for northwest European earthquakes, Earthq. Eng. Struc. Dynam. 13, 733-778.

Bakun, W., Haugerud, M. , G. Hopper, R. Ludwin (2002). The December 1872 Washington State earthquake. Bull. Seismol. Soc. Am. 92, 3239-3258.

Calvi, G., Pinho, R., Magenes, G., Bommer, J. Restrepo, J. and H. Crowley (2006). Development of seismic vulnetrability assessment methodologies for the past 30 years. ISET. Journ. Earthq. Technol. Vol 43 No 3. 77- 104

Lee, K. and J. Kim (2002) Intensity attenuation in the Sino Korean Craton. Bull. Seismol. Soc. Am. 92, 783-793.

Bakun, W., Johnston, C., G. Hopper (2003). Estimating locations and magnitudes of earthquakes in eastern North America from modified Mercalli intensities. Bull. Seismol. Soc. Am. 86, 1401-1416.

Ambraseys, N. N. and J. Douglas (2004). Magnitude calibration of north Indian earthquakes. Geophys, J. Int. 159, 165-206

Gasperini, P. (2001). The attenuation of seismic intensity in Italy: A bilinear shape indicates the dominance of deep phases ar epicentral distances longer than 45 km. Bull. Seismol. Soc. Am. 91, 826-841.

Pasolini, C. , P. Gasperini, D. Albarello, B. Lolli, V. D’Amico (2008). The attenuation of seismic intensity in Italy. Part I: Theorethical and empirical backgrounds. Bull. Seismol. Soc. Am. 98, No2 682-691.