



HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO Y OPERACIÓN DE SEGUROS PARAMÉTRICOS POR SISMO EN MÉXICO

Octavio Hinojoza Gabriel⁽¹⁾, *Benjamín Huerta Garnica*⁽¹⁾, *Oswaldo Garay Hernández*⁽¹⁾, *Mario Salgado*⁽¹⁾ y *Mario Ordaz Schroeder*⁽²⁾

¹ ERN-Evaluación de Riesgos Naturales. Vito Alessio Robles No.179, México, CDMX, 01050,
octavio.hinojoza@ern.com.mx, *benjamin.huerta@ern.com.mx*, *osvaldo.garay@ern.com.mx*, *mario.salgado@ern.com.mx*

² Instituto de Ingeniería UNAM. Ciudad Universitaria, México, CDMX, 04510, *MOrdazS@iingen.unam.mx*

X. Riesgo estructural ante otros eventos extremos y megadesastres

RESUMEN

Este trabajo describe de forma general las características, metodología, desarrollo y funcionamiento la herramienta llamada R-TRIGGER utilizada para el diseño y operación de pólizas de seguros paramétricos en nuestro país. Se resalta la importancia de utilizar este programa de cómputo en el ejercicio de este tipo de mecanismos, cuya indemnización se basa en la estimación de la intensidad del suceso a diferencia de los tradicionales cuya compensación se realiza por los daños o pérdidas presentadas.

El sistema calcula las intensidades (gals) del terremoto para PGA (Peak Ground Acceleration) y para los periodos $T_s=0.3s$, $T_s=0.5s$ y $T_s=1.0s$ en ubicaciones de interés a partir de la magnitud y localización del epicentro, así como de un conjunto de reglas preestablecidas para selección del plano de falla. Se utiliza un modelo actualizado de peligro sísmico que considera las geometrías de las fuentes sísmicas y sus leyes de atenuación propuestas en estudios previos y efectos de sitio en algunas ciudades importantes para computar de mejor manera las aceleraciones, diferenciando entre eventos de subducción y falla normal. Estos efectos fueron calibrados con registros de estaciones acelerométricas.

Se mencionan los resultados de las evaluaciones de catálogos históricos y estocásticos que se llevaron a cabo para el diseño de las pólizas de seguros paramétricos. Asimismo, se describe el funcionamiento automático de la herramienta tras la ocurrencia de un sismo (cercano a la república mexicana) que se reporte en el sitio web del Servicio Geológico de los Estados Unidos aprovechando su infraestructura tecnológica para realizar este tipo de operaciones.

Finalmente se exponen los resultados obtenidos para algunos casos que han afectado a la ciudad de México y otras ciudades.

1 INTRODUCCIÓN

México, por su ubicación geográfica, es uno de los países del mundo con mayor actividad sísmica. La geología de nuestro país refleja que gran parte del territorio está sometido a enormes esfuerzos que causan, entre otros efectos, grandes terremotos como los ocurridos en 1957, 1985 (Hinojoza *et al.*, 2013) y más recientemente en 2017.

De acuerdo al SSN (Servicio Sismológico Nacional) se registraron en promedio a nivel nacional, desde el año 2010, 44 casos por año con magnitud superior a 5, siendo el año 2017 el de mayor actividad con 83 eventos mayor a esta magnitud. La siguiente figura muestra la distribución por año de los registros en nuestro país desde el año 2010.

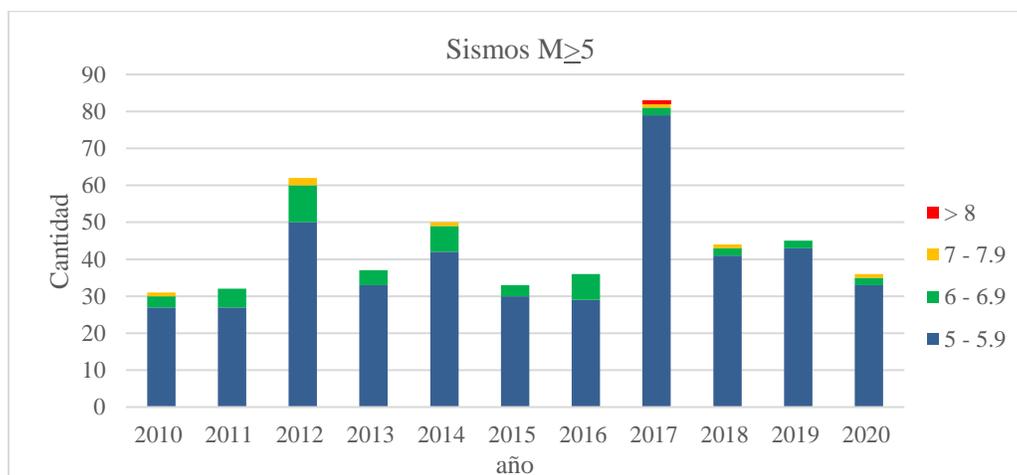


Figura 1. Sismos ocurridos en México con magnitud ≥ 5

Aunque la frecuencia de los acontecimientos fuertes no es tan alta, la realidad es que cuando se presentan existe una cantidad considerable de víctimas mortales, pero también importantes pérdidas económicas. Una manera de minimizar estas pérdidas, ante situaciones futuras, es a través de un contrato de seguro por terremoto, que dependiendo del tipo de póliza pueden ir de cubrir ciertos daños hasta tener una cobertura más amplia.

Una de las características de contar con una póliza, es tener una liquidez inmediata para poder reponerse ante la ocurrencia de un siniestro. Esto generalmente no es así, pues los *seguros tradicionales*, se basan en la indemnización de las pérdidas después de haber ocurrido el siniestro; para que la aseguradora realice el pago es necesario que sus ajustadores o peritos lleguen al lugar de los hechos, reúnan información/documentación (que en momentos de crisis por un caso catastrófico complica la atención), evalúen las pérdidas y posteriormente se realice la indemnización respectiva; esto puede tomar semanas o incluso meses (Weber, 2019).

Una alternativa a esto son los llamados *seguros paramétricos* también conocidos como *seguros de índices* en donde no se paga por los daños que hayan ocurrido en los bienes asegurados o por las pérdidas económicas que se tengan, sino por rebasar un cierto de valor de índice de acuerdo a la intensidad del siniestro (en este caso la intensidad del sismo).

Un ejemplo de este tipo de mecanismos en México fueron los llamados bonos catastróficos, que se utilizaba desde 2006 para complementar la cobertura del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), que eran una estrategia de administración de riesgos por parte del gobierno federal. Este bono fue una mezcla de un seguro tradicional y un *cat-bond* paramétrico que cubría terremotos en tres zonas específicas del territorio nacional (Hofliger, 2008).

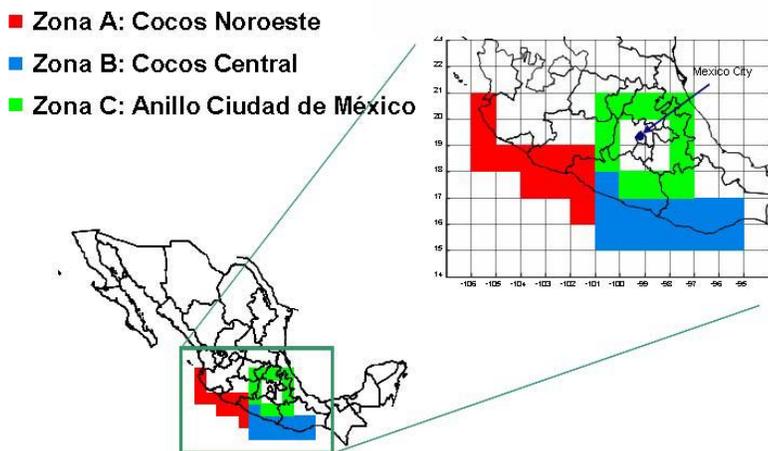


Figura 2. Zonas de riesgo Cat-bound (Hofliger, 2008)

Donde los detonantes del bono eran:

1. La emisión y publicación de una declaratoria de emergencia por parte de la secretaria de gobernación
2. El epicentro del temblor se localice dentro de los límites de las tres zonas (Figura 2)
3. Se cumplieran los requisitos de magnitud y profundidad (tabla 1)

Tabla 1. Requisitos para el Cat-bound (FONDEN)

Requisito	Zona A	Zona B	Zona C
Magnitud	8.0	8.0	7.5
Max. Focal Depth (km)	200	200	150

Es decir, cuándo se cumplían estos detonantes el FONDEN accedía a este bono catastrófico sin necesidad de comprobar los daños o pérdidas que se hayan generado.

La parte fundamental para este tipo de contrato es seleccionar el índice que se va a considerar. Los parámetros o índices que se elijan deben cumplir con las condiciones de tener una alta correlación con el riesgo de pérdida, que sean perfectamente medibles, verificables por instituciones especializadas e independientes, transparente y coherente. Y donde ni el asegurado ni la aseguradora pueden influir en él (Weber, 2019).

Uno de los aspectos para poder crear estos mecanismos es contar con la información en cantidad y calidad que permitan estimar la probabilidad de ocurrencia, así como establecer la correlación entre la evolución de la variable seleccionada como índice y la exposición al riesgo (Weber, 2019).

El grupo interdisciplinario de ERN participa como agente calculador en un proyecto de seguros paramétricos por sismo que se ha puesto en marcha desde hace algunos años en nuestro país. La compañía Súper Seguros y la aseguradora Atlas completan este proyecto.

Como agente calculador ERN es responsable de obtener las aceleraciones del suelo para ubicaciones específicas distribuidas en la república mexicana, esto a través del desarrollo de un modelo de amenaza sísmica que considera los efectos de sitio disponibles para varias ciudades, implementado en un programa de cómputo llamado R-TRIGGER.

Con este sistema se lleva a cabo el cálculo de las aceleraciones (gals) para cada sismo que se presente, pero también, con éste, se realizaron las evaluaciones necesarias para el diseño de las pólizas.

2 METODOLOGÍA

Se utiliza un modelo actualizado de peligro sísmico que considera las geometrías de las fuentes sísmicas y sus leyes de atenuación propuestas. Éstos se han descrito a profundidad en varios artículos previos (Ordaz *et al.*, 1999, Ordaz *et al.*, 2000, Reinoso *et al.*, 2012, Huerta *et al.*, 2008, Jaimes *et al.*, 2009, Huerta *et al.*, 2013 y Garay *et al.*, 2019). De acuerdo a estos trabajos, el modelo calcula la amenaza a partir de la magnitud, ubicación del epicentro y el momento tensor. En la Figura 3 se observan datos del temblor ocurrido el 8 de septiembre del 2017 en México reportado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés).

M 8.2 - near the coast of Chiapas, Mexico

2017-09-08 04:49:19 (UTC) | 15.022°N 93.899°W | 47.4 km depth

Moment Tensor

Nodal Planes

Plane	Strike	Dip	Rake
NP1	164°	20°	-61°
NP2	314°	73°	-100°

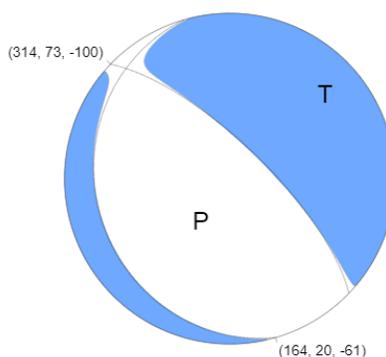


Figura 3 Información tomada de la USGS para el temblor del 08 de septiembre del 2017

Cabe mencionar que los datos también ser tomados de otras instituciones como el Servicio Sismológico Nacional (SSN). Éstos se toman de una institución oficial e independiente para dar certeza de que los cálculos de las estimaciones sean transparentes.



Del 2 al 5 de Febrero de 2022, Juriquilla, Querétaro

Con el modelo se obtienen los valores para PGA (Peak Ground Acceleration o máxima aceleración en roca) y los periodos de $T_s=0.15s$, $T_s=0.5s$ y $T_s=1.0s$ en roca. En la Figura 4 se muestran los mapas de intensidades correspondientes al caso mencionado, ubicado en las costas de Chiapas. Del lado derecho de cada imagen (Figura 4), se muestra la escala para cada periodo.

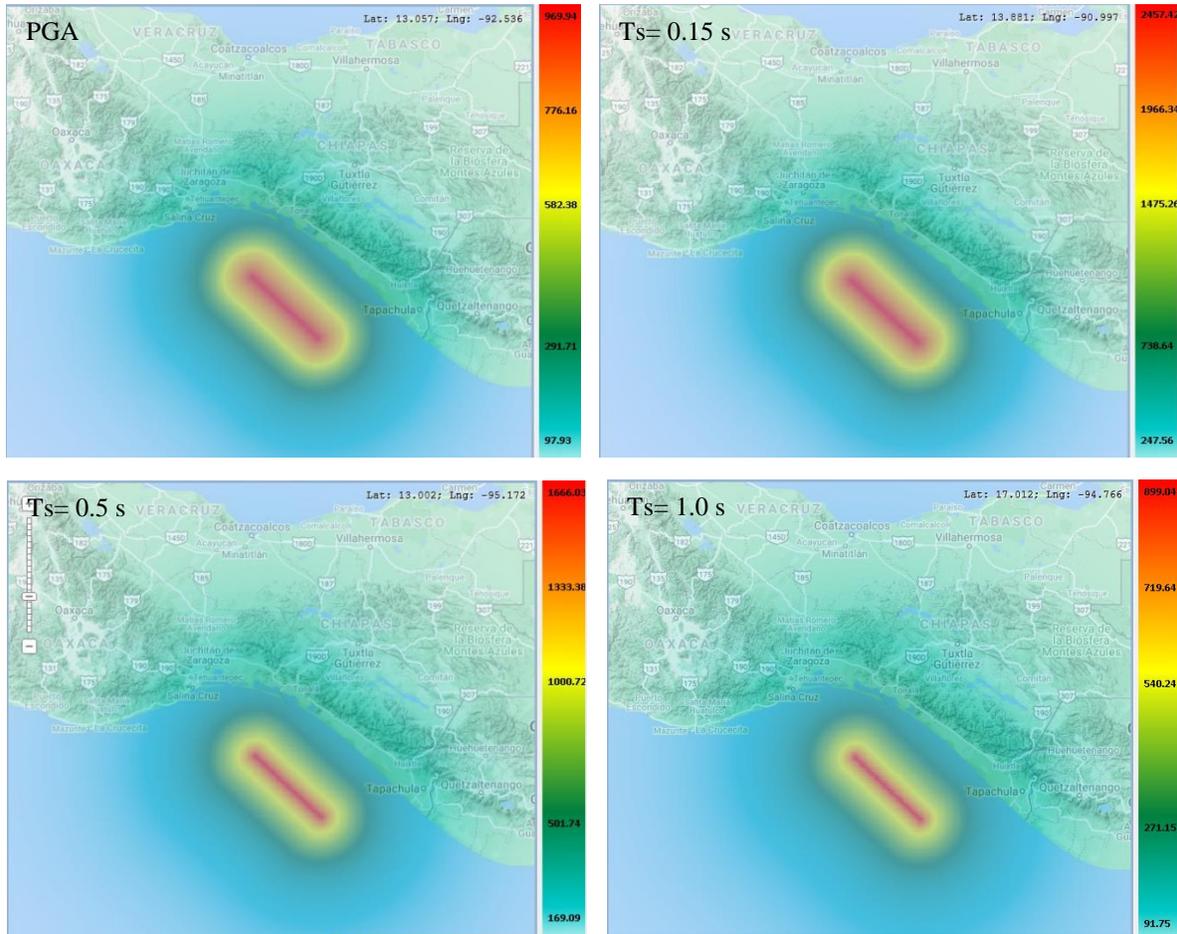


Figura 4. Aceleraciones en roca para el sismo del 8 de septiembre del 2017

A partir de estas intensidades calculadas en roca, se obtienen las aceleraciones en suelo considerando la amplificación de cada sitio con la ayuda de archivos de efectos de sitio para las ciudades de Acapulco, Ensenada, Guadalajara, Oaxaca, Tijuana, Puebla, Mexicali y la ciudad de México.

La Figura 5 muestra la distribución de estos efectos de sitio. La escala de colores corresponde a los diferentes periodos del suelo (PGA de color verde a $T_s=5.0s$ color rojo); internamente los archivos contienen las funciones de transferencia para calcular la amplificación en cualquier punto dentro de los límites correspondientes.

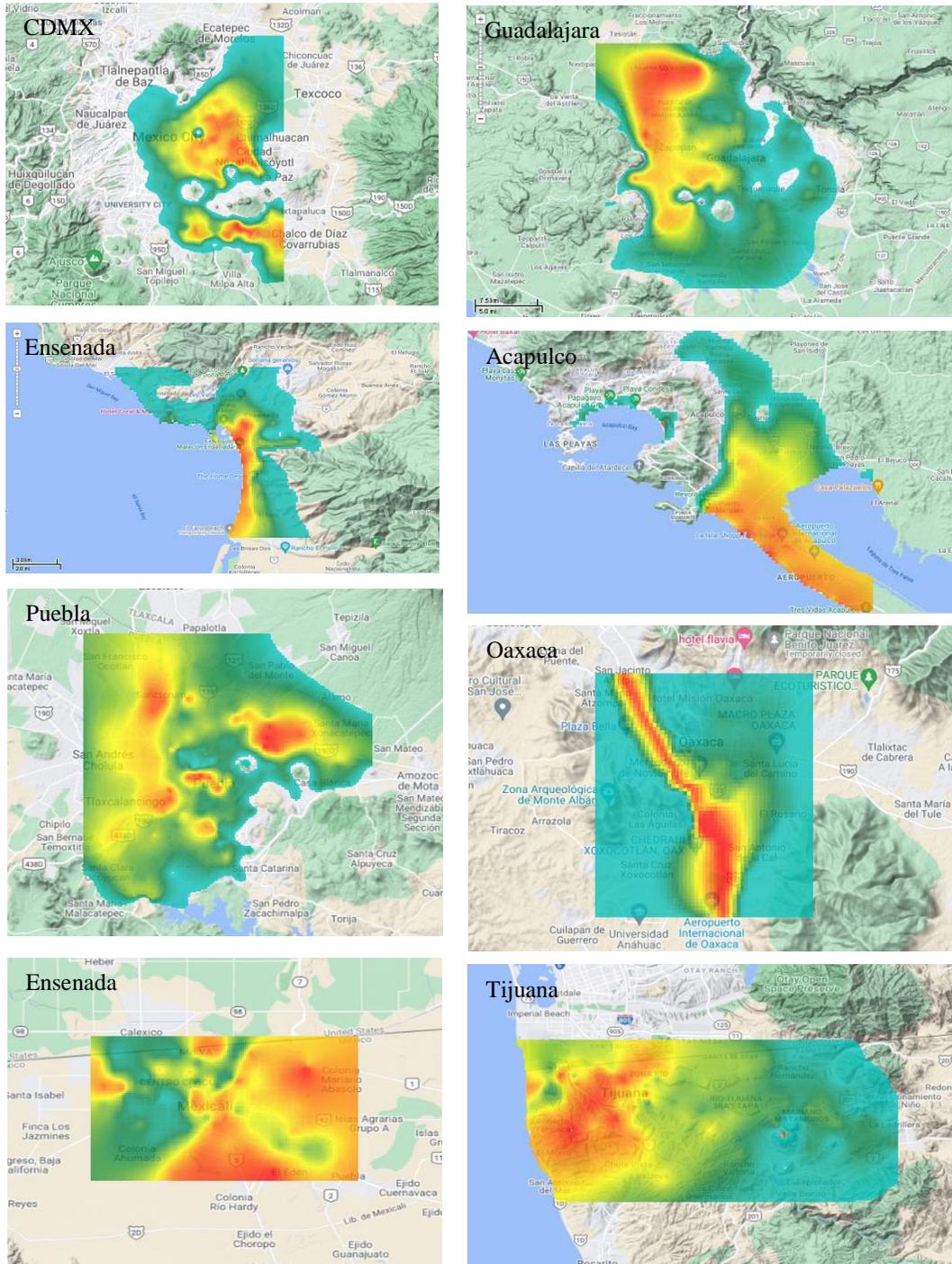


Figura 5. Efectos de sitio considerados en la herramienta

Los efectos de sitio se obtienen considerando las relaciones del componente horizontal del movimiento del espectro de Fourier entre las zonas del lago y un punto de referencia en suelo firme. La metodología implementada tiene un mejor desempeño que otros enfoques tradicionales de

relaciones espectrales. El modelo de efectos de sitio está desarrollado a partir de registros reales desde 1964, en una red sísmica densa dentro de la ciudad (120 estaciones). Y la microzonificación se hizo a partir de mediciones de vibración ambiental para completar la zona de lagos en el Valle de México.

Cada uno de estos archivos han sido revisados y recientemente calibrados con datos de las estaciones acelerográficas disponibles. En la Figura 6, se muestra la red las estaciones del Centro de instrumentación y registro sísmico (CIRES) en la CDMX que se toman en cuenta para calibrar los archivos de efectos de sitio.

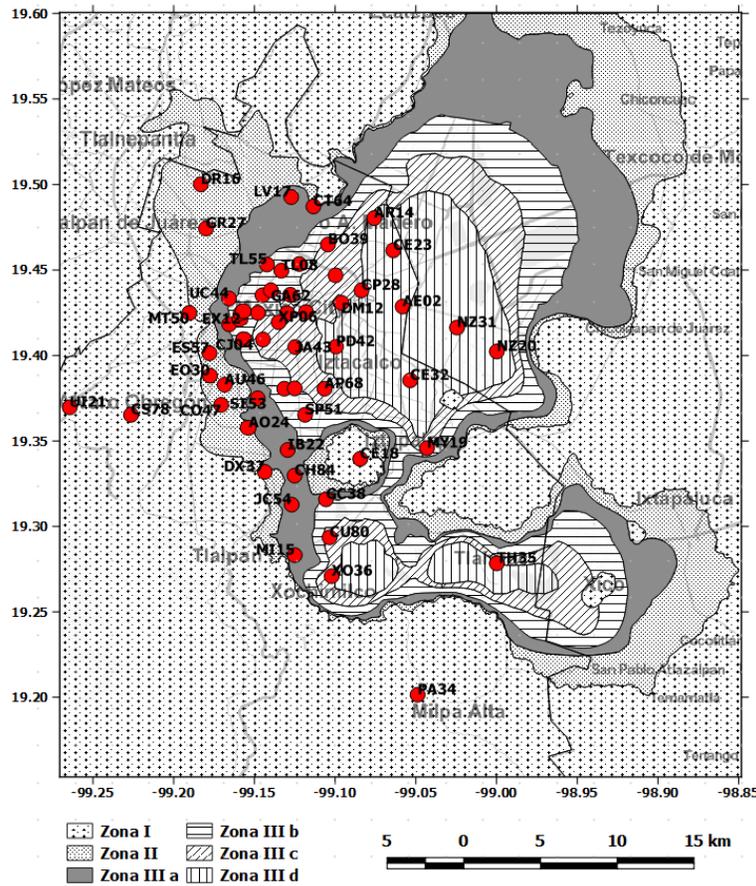


Figura 6 Mapa de las estaciones (CIRES) en la CDMX

En la Figura 7 se muestran la comparación de los espectros de respuesta (obtenido con la estación vs el modelado) para las dos ubicaciones de ubicadas en la ciudad de México. A partir de estos espectros se puede observar que existe una buena estimación por parte del modelo utilizado.

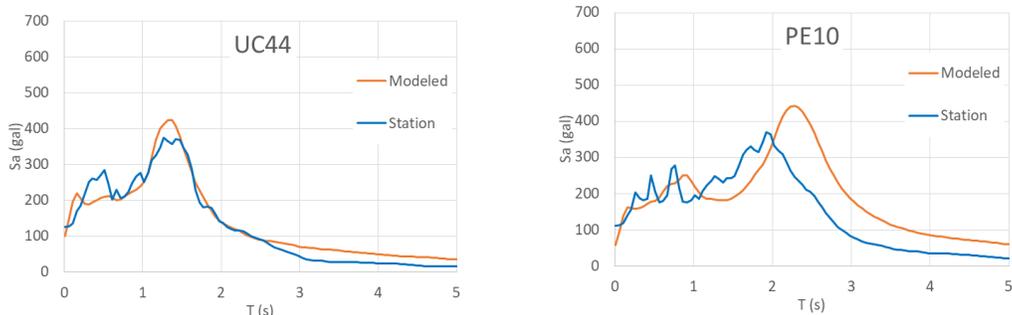


Figura 7. Espectros de respuesta (Real y Modelado) en las estaciones UC44 y PE10

Por otra parte, la metodología utiliza una lista de puntos fijos en donde se realizan las evaluaciones de la aceleración. En la Figura 8 se muestra la distribución de estos puntos en el territorio nacional.

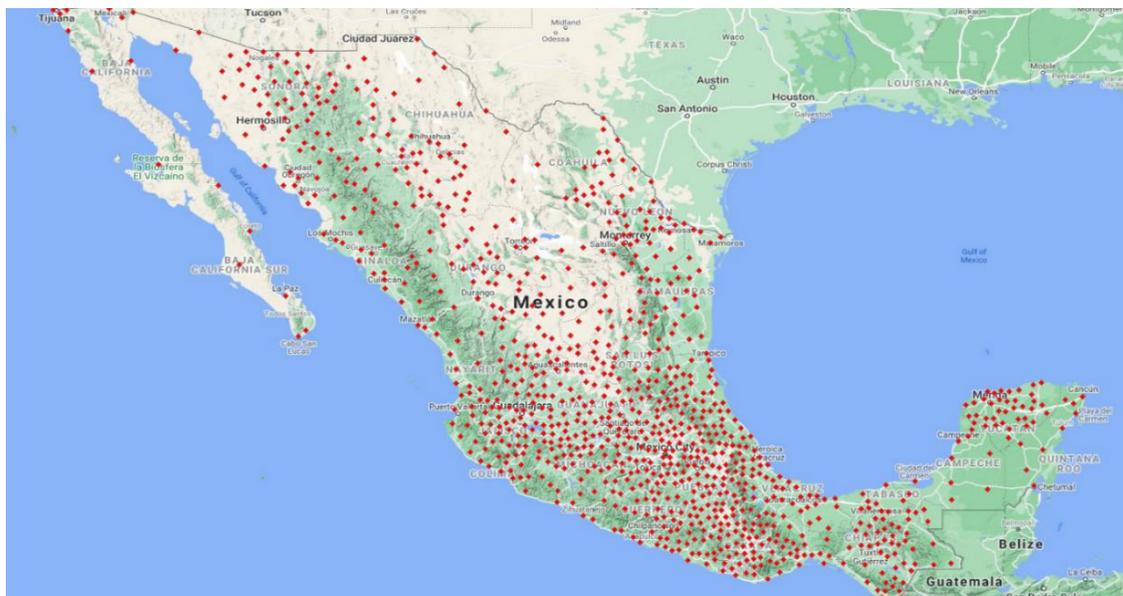


Figura 8. Distribución de los puntos de cálculo

Finalmente, para determinar si un temblor es *Elegible* o *No elegible*, se diseñó la siguiente tabla que relaciona la magnitud con la distancia máxima (km) a la que ocurre el epicentro del territorio nacional.

Tabla 2. Parámetros para determinar un sismo Elegible

Rango	Distancia máxima
$3.0 \leq M < 4.0$	15 km
$4.0 \leq M < 5.0$	30 km
$5.0 \leq M < 6.0$	65 km
$6.0 \leq M < 7.0$	150 km
$7.0 \leq M < 8.0$	200 km
$8.0 \leq M < 8.5$	250 km
$8.5 \leq M$	300 km



3 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

3.1 Características

R-TRIGGER es un software de escritorio, tipo consola, que se ejecuta a través de líneas de comandos en el sistema operativo Windows. Su interfaz gráfica (Figura 9) se compone de una sola ventana que se ejecuta directamente en la terminal de Windows.

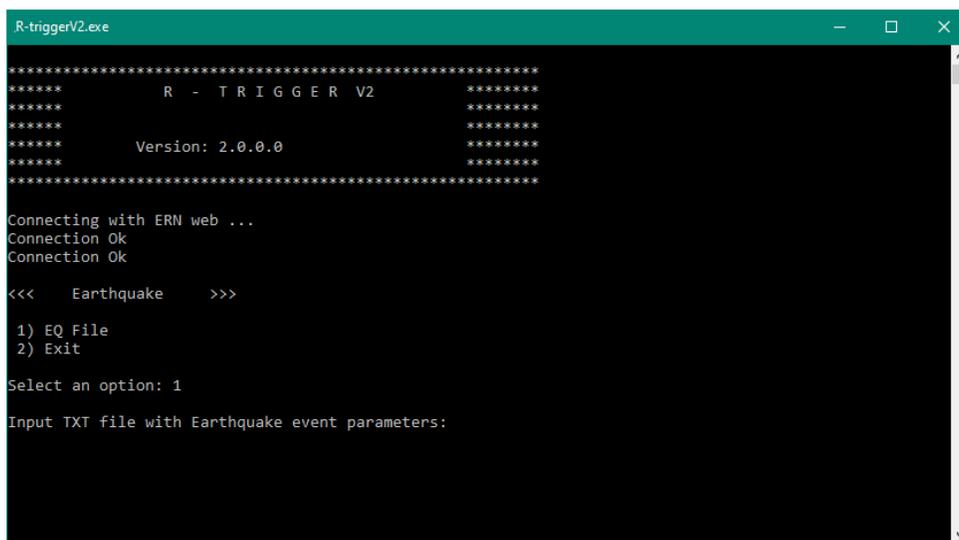


Figura 9. Vista de la interfaz gráfica de R-TRIGGER

Por la cantidad de archivos que utiliza, para los efectos de sitio en varias ciudades del país, se requiere de un espacio en el disco duro de 3.13 GB (giga bytes) y un espacio en memoria de 1 GB para poder ejecutarse. En la tabla 3 se muestran las características y requerimientos técnicos.

Tabla 3 Características técnicas

Descripción	Valor
Espacio en disco duro	3.13 GB
Espacio en memoria	1.00 GB
Tipo de arquitectura	x64 bits
Velocidad de internet	20 Mbps (Mínimo)
Sistema operativo host	Windows 10 o superior
Software requerido	.Net Framework 4.5

El programa cuenta con un proceso de verificación para poder ejecutarse, esto se hace a través de una conexión a un servidor que válida al sistema antes de realizar cualquier cálculo.

3.2 Funcionamiento

Una vez que el usuario ha validado las características del evento: magnitud, profundidad, localización y momento tensor, éstas deben ser escritas en un archivo de texto plano dentro de su computadora.

Y realizar los siguientes pasos:

1. Iniciar el software y espera unos segundos a que se realice la verificación desde el servidor
2. La herramienta muestra en pantalla el menú con las opciones disponibles
3. Ingresa la ruta del archivo dentro del equipo
4. Comenzará el cálculo, primero el modelo de la amenaza y después las intensidades en las ubicaciones especificadas.
5. Al finalizar, se escribe automáticamente, en la misma ruta del archivo de entrada, un archivo de salida con formato CSV (valores separados por comas) con los valores (gals) para PGA, $T_s=0.3s$, $T_s=0.5s$ y $T_s=1.0s$ para cada ubicación

Este proceso simple, tarda sólo un par de minutos, se realiza por partida triple, donde participan el agente calculador, el agente asegurador y el agente verificador externo que valida los resultados.

Este *triple-check* tiene la finalidad de dar garantía de que los resultados son los mismos a partir de las características del sismo. En caso de existir alguna diferencia en cuanto a los resultados, se deben revisar que los datos ingresados sean los mismos, así como garantizar que la versión del programa sea la misma. Para este último caso existe una clave SHA1 (clave única para archivos, conocida también como firma digital), que quedó definida en un contrato ante la ley, que permite identificar si el software usado es el correcto.

Finalmente, los resultados se hacen llegar a los clientes por diferentes medios. Uno de ellos es un sitio web (Figura 10) donde se puede consultar si el evento provocó una intensidad mayor a la establecida en su contrato, lo que detonaría automáticamente el pago por parte de la aseguradora.

La herramienta se desarrolló como una aplicación de consola porque se enfoca principalmente en el cálculo de la estimación y dejando la interacción con el usuario de manera mínima, su flujo es unidireccional, es decir se ingresa la opción que desea ejecutar y el sistema lo hace, comienza a realizar cada uno de los pasos hasta obtener los resultados sin mayor intervención del usuario.



Intensidad Reportada

Evento

Área de medición

[Consultar](#)

Fecha	Epicentro	Profundidad	Magnitud	Área Medición (código)	Intensidad Reportada (Altura más de 7 pisos)
19/09/1985	Latitud: 18.259467 Longitud: -102.324446	27.9 km	8	2450-C	92.706 gals

Mapa del Epicentro del Terremoto 19-09-1985-M8

Figura 10. Visualización del reporte en el sitio web

3.3 Operación automática

R-TRIGGER también puede funcionar de forma automática; es decir, está programado para detectar cuándo se reporta un nuevo sismo a través de internet, descargar la información necesaria, revisar si el registro es *Elegible*, realizar el cálculo correspondiente y enviar el reporte por correo electrónico, todo esto sin intervención del usuario.

Para realizar lo anterior, el sistema se conecta el sitio web de la USGS. Se seleccionó esta dependencia por la credibilidad con la que cuenta en los datos que proporciona, pero además por la infraestructura tecnológica que tiene, la cual permite conectarse a su sitio, para hacer consultas y descargar eventos, mediante scripts de programación que automatizan los procesos.

Antes de iniciar la opción de monitoreo automático, se deben configurar algunos parámetros como los límites del área donde se deben buscar los nuevos eventos, la magnitud mínima a buscar y el intervalo de tiempo en el que se reconectará el programa al sitio en internet.

El programa se mantendrá funcionando continuamente, ejecutando el proceso una y otra vez mientras se encuentre activo; para esto, está almacenado en un servidor del agente calculador que garantiza que el software esté operando las 24 horas del día durante todo el año. Una vez iniciada la opción de monitoreo el usuario sólo debe esperar a que R-TRIGGER envíe los reportes correspondientes.

4 DISEÑO DE LAS PÓLIZAS

La Asociación Internacional de Supervisores de Seguros (IAIS por sus siglas en inglés), institución que aglomera las instituciones de este tipo a nivel mundial, establece que, si se quiere impulsar los seguros paramétricos, dado que no habrá una verificación de la pérdida real, se tiene que sustentar en el mejor conocimiento posible (mediante los modelos de probabilidad de riesgo) que puede haber una pérdida potencial. Con base en lo anterior, el modelo de riesgo que estime la pérdidas potenciales o probables es la base para cualquier mecanismo paramétrico.

Por regulación, en México, todas las pólizas de seguros paramétricos de una compañía tienen que ser analizadas con el mismo modelo que se utiliza para medir los parámetros. De esta manera, existe una condición de transparencia y legalidad en el proceso de contratar una póliza.

En este caso particular, para el diseño de las pólizas se llevó a cabo un análisis estadístico a través de conjuntar un catálogo histórico y estocástico de terremotos para evaluar la frecuencia de ocurrencia de eventos sísmicos futuros con diferentes magnitudes, planos de falla y distribución espacial de las intensidades obtenidas con la herramienta R-TRIGGER. El catálogo fue construido a partir de la recolección de información histórica e instrumental ocurridos en la república mexicana a partir del año 1964.

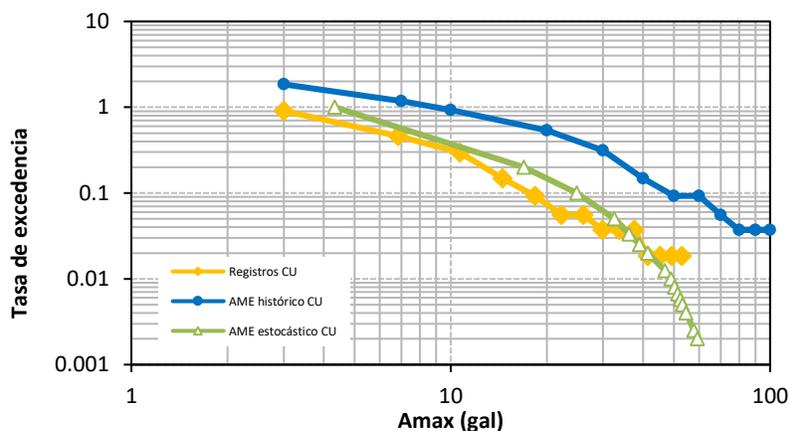


Figura 11 Tasas de excedencia de aceleración para registros y catálogos de eventos en Ciudad Universitaria, México

El diseño de las pólizas consistió en determinar el monto de la cobertura para el valor de la aceleración (gals) calculado por el modelo y la prima que se traslada al cliente a partir de una aceleración detonante, el monto asegurado, la ubicación y el número de pisos del inmueble. En la Figura 12 se muestran los pagos máximos de las coberturas que se tiene para diferentes categorías relacionados con la Tabla 4.

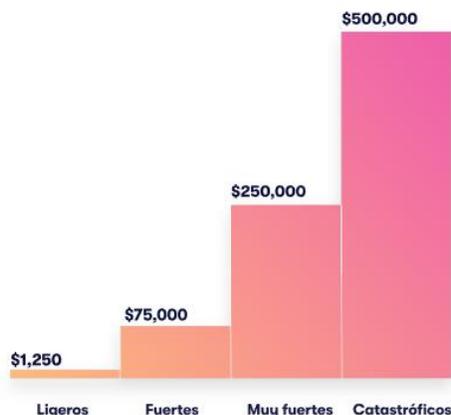


Figura 12 Pagos máximos para las pólizas

Tabla 4 Valor de intensidad para la clasificación

Descripción	Aceleración (g)
Ligero	$I \leq 0.34$
Fuerte	$0.34 < I \leq 1.65$
Muy fuerte	$0.65 < I \leq 1.24$
Catastrófico	$I > 1.24$

Las primas de las pólizas se basan en criterios de riesgo para la fijación de precios y son determinadas por el nivel deseado de cobertura en términos de probabilidad de un suceso desencadenante. Por ejemplo, es más caro comprar seguros para eventos frecuentes en comparación con otros que son más esporádicos.

5 RESULTADOS PARA ALGUNOS CASOS

En las figuras 13, 14 y 15 se muestran los mapas de intensidades para el $T_s=1.0s$ para los acontecimientos del 28 de septiembre del 2020, 8 de septiembre del 2017 y del 19 de septiembre de 1985. La siguiente tabla muestra la magnitud de cada uno.

Tabla 5 Magnitudes de los ejemplos

Fecha	Magnitud
28 de septiembre del 2020	4.5
8 de septiembre del 2017	8.2
19 de septiembre de 1985	8.0



Del 2 al 5 de Febrero de 2022, Juriquilla, Querétaro

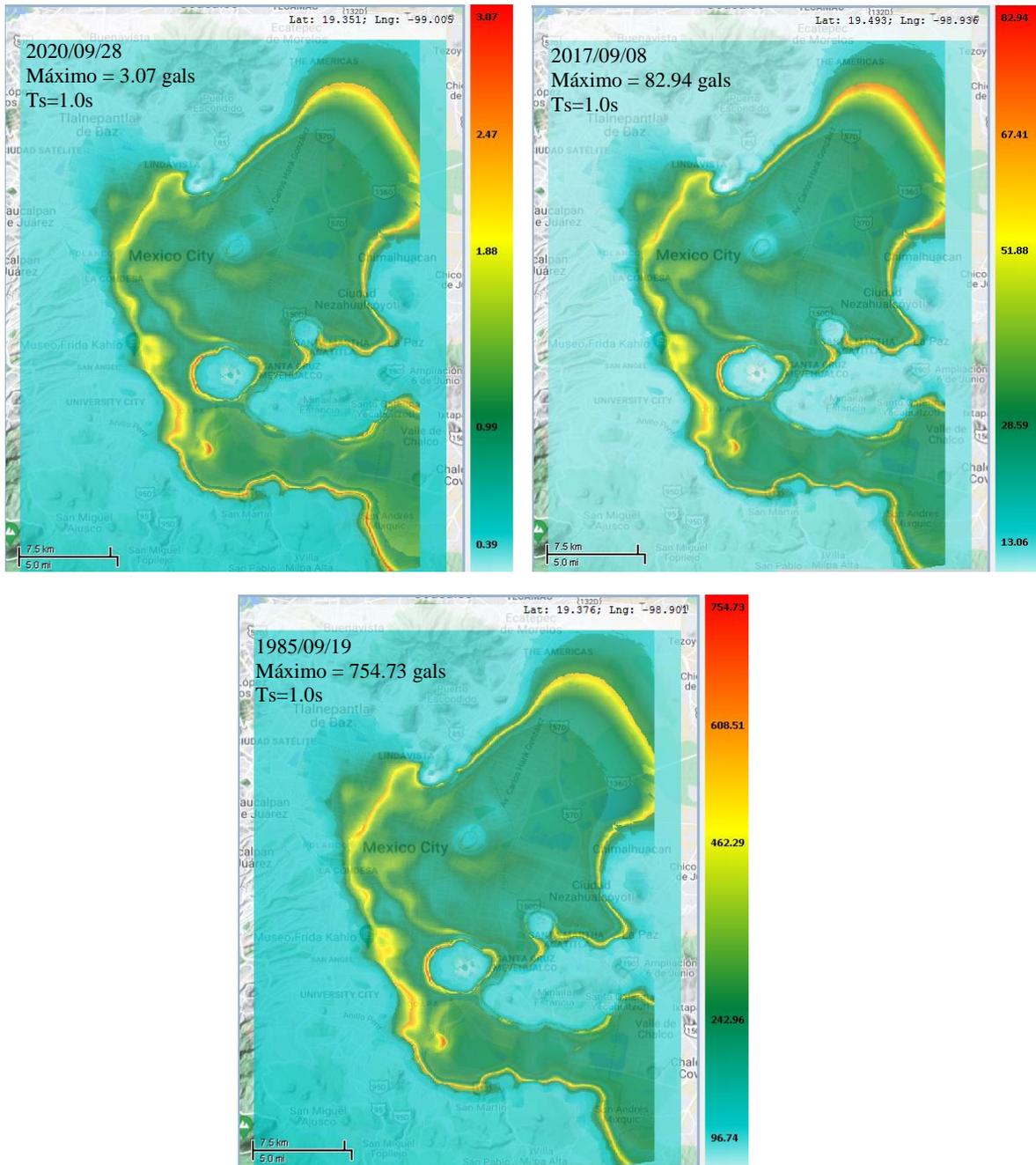


Figura 13 Intensidades para la ciudad de México ($T_s = 1.0s$)

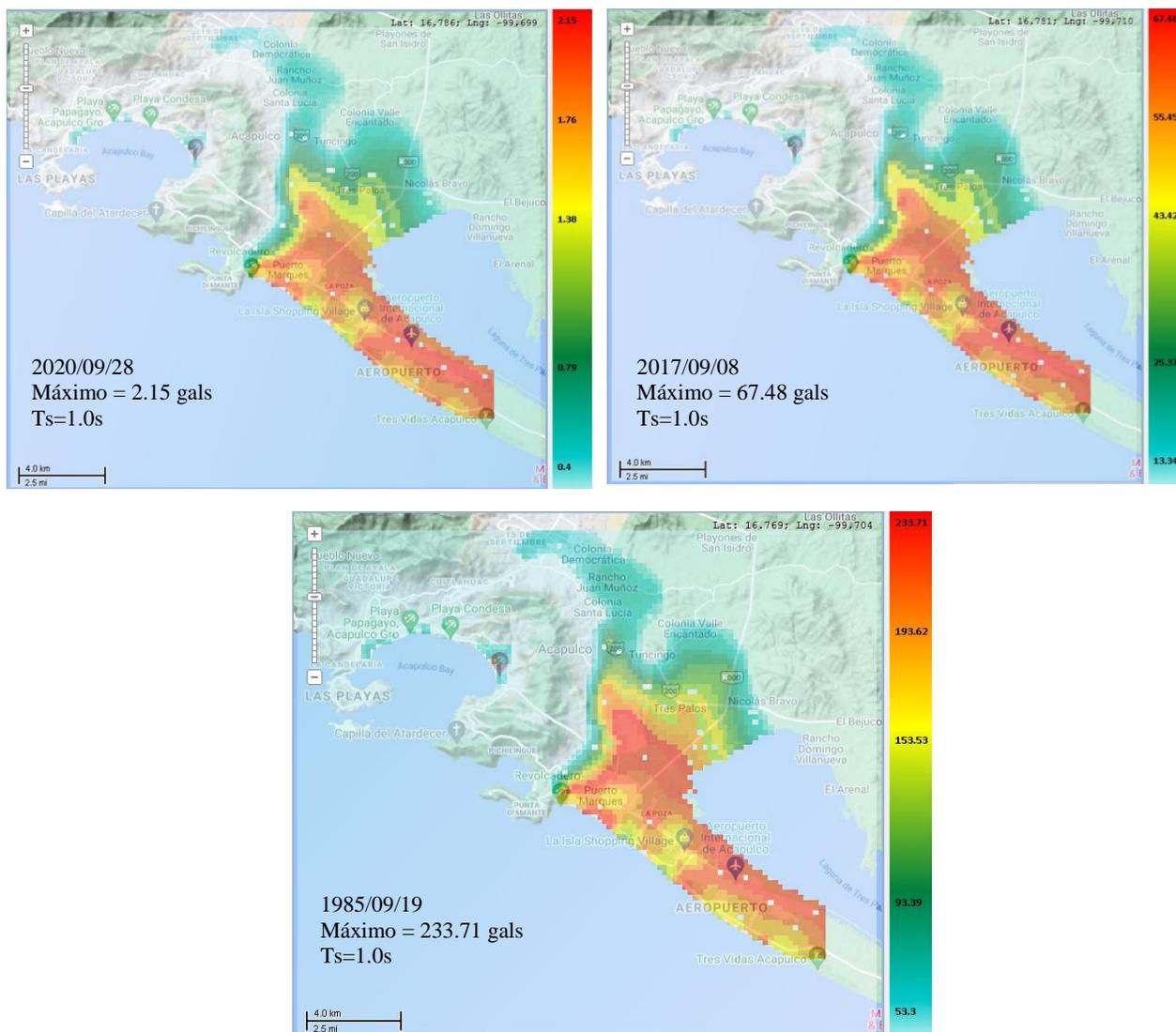


Figura 14 Intensidades para Acapulco (Ts = 1.0s)



Del 2 al 5 de Febrero de 2022, Juriquilla, Querétaro

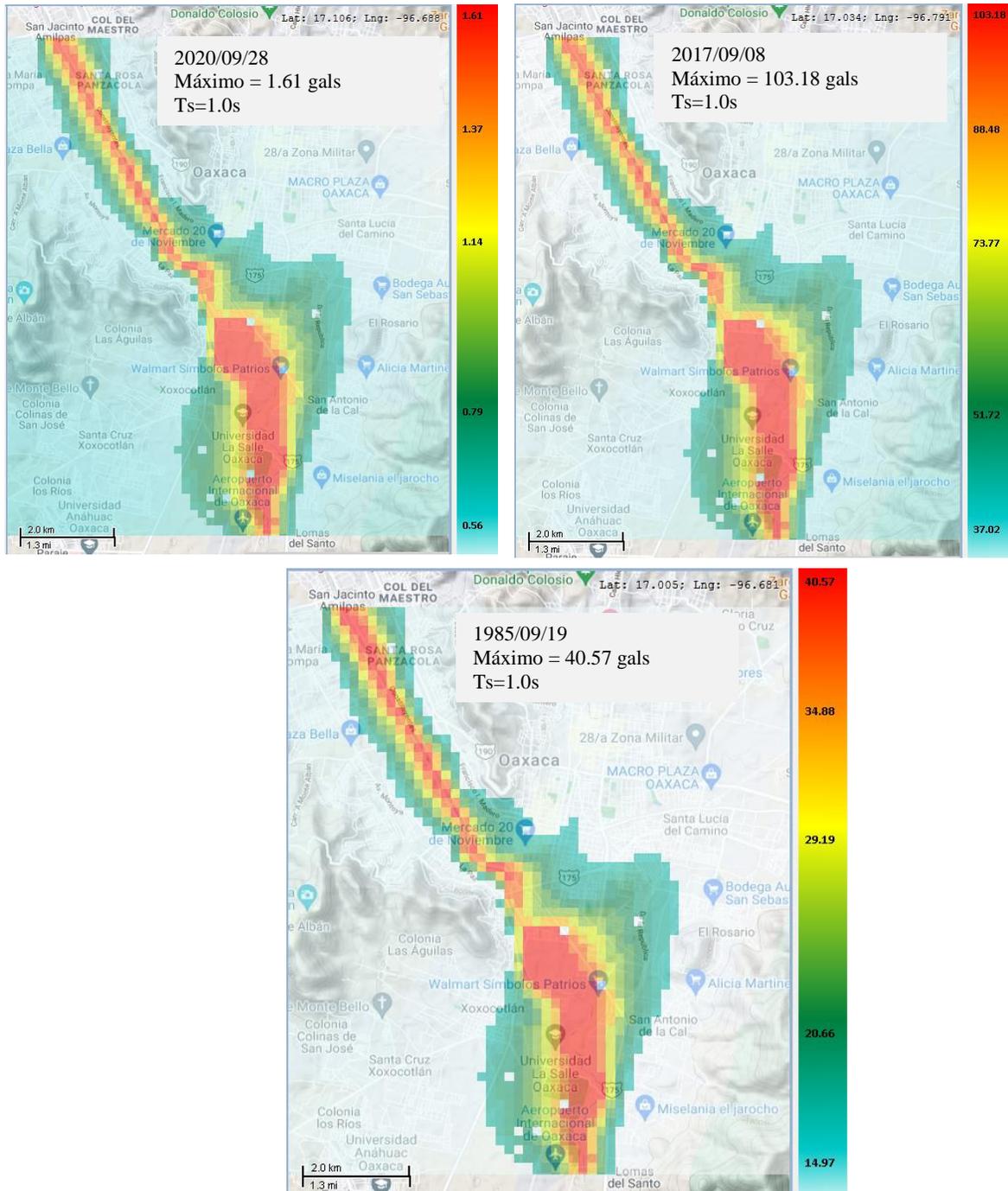


Figura 15 Intensidades para Oaxaca ($T_s = 1.0s$)

6 CONCLUSIONES

Se presentaron las características generales del programa R-TRIGGER para la estimación de aceleraciones en la república mexicana. La interfaz gráfica en modo consola (terminal de Windows) es funcional para la operación de la herramienta, pues la interacción mínima con el usuario es adecuada, dado que el usuario sólo debe hacer funcionar al software, esperar un poco tiempo para que se realice la operación y obtener los archivos de resultados.

La conexión al sitio en línea de la USGS es adecuada y ha detectado correcta y automáticamente los eventos, tanto Elegibles como No Elegibles para México y el envío de los reportes correspondientes ha operado continuamente.

El modelo de estimación de intensidades que se han desarrollado en México desde hace varios años, se encuentra entre los más avanzados del mundo, han sido punta de lanza en Latinoamérica, en el Caribe y Centroamérica y ahora para seguros paramétricos en nuestro país.

Los seguros paramétricos son ideales para las pérdidas de baja frecuencia, pero de alta severidad como los riesgos relacionados principalmente con fenómenos naturales como erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, terremotos y en general con cualquier cosa que sea parametrizable.

Este tipo de mecanismos pueden funcionar también como un excelente complemento a los seguros tradicionales ya que son independientes y complementarios, pudiendo cubrir huecos o exclusiones.

Una de las ventajas de los contratos por índices es que presentan menores costos de gestión o administración una vez que está desarrollada la cobertura, y la indemnización puede ocurrir en días, ya que, al cumplirse el parámetro, índice o “Trigger” que detona la cobertura, las aseguradoras pueden hacer las transferencias de inmediato.

Una desventaja queda implícita, es que no garantiza que todos los desastres naturales vayan a estar cubiertos. Como todo seguro, es un instrumento donde las empresas que proveen la cobertura apuestan a que no se cumplirán las características mínimas para reembolsar los daños.

7 REFERENCIAS

Garay O., Huerta B., Salgado M. y Ordaz M.G., (2019), “Metodología para la estimación del riesgo sísmico en la región del caribe y Centroamérica con énfasis en la calibración del modelo de amenaza”, *XXII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Nuevo León, Monterrey.

Hinojosa O., Ordaz M.G., Huerta B. y Jaimes M.A. (2013), “Sistema automático de estimación temprana de daños por sismo y tsunami en la República Mexicana”, *XIX Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Boca del Río, Veracruz.

Hofliger, R. (2008), “Fondo De Desastres Naturales y Bono Fondo Catastrófico”, *Dirección electrónica*: <https://www.eird.org/docstaller/capra/dia2/FONDEN-CAT-BOND.pdf>



Huerta B., Ordaz, M.G. y Avelar C.E. (2008), “Sistema para la evaluación de riesgos naturales en América Central”, *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Veracruz, Veracruz.

Huerta B., Ordaz, M.G. Hinojoza O. Reinoso E. y Jaimes M.A. (2013), “Sistema experto para la evaluación de riesgos naturales en la infraestructura de México”, *XIX Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Veracruz, Veracruz.

Ordaz, M.G., Miranda E., Reinoso E. y Mendoza C. (1999). “Sistema experto para la evaluación de pérdidas por sismo en México”, *XII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Morelia-México, 13(5), pp 982-991.

Jaimes M.A., Reinoso, E., Ordaz, M.G., Huerta B., Avelar C.E. y Niño M. (2009), “Mapas de pérdidas en la infraestructura en México ante sismos y huracanes”, *XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Puebla, Puebla.

México Evalúa (2021), “Fondo contra desastres: una política más que viaja al pasado”, *Dirección electrónica*: <https://www.mexicoevalua.org/fondo-contra-desastres-una-politica-mas-que-viaja-al-pasado/>

Ordaz, M.G., Miranda E., Reinoso E. y Mendoza C. (1999). “Sistema experto para la evaluación de pérdidas por sismo en México”, *XII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Morelia-México, 13(5), pp 982-991.

Ordaz, M.G. (2000). “Metodología para la evaluación del riesgo sísmico enfocada a la gerencia de seguros para terremoto”, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México, DF.

Reinoso E., Ordaz M.G., Jaimes M.A., Niño M. y Huerta B. (2012), “Modelos de ingeniería para estimación de pérdidas por fenómenos naturales”, *Revista Thrive*, volumen 1 número 2.

Weber, P. (2019). “El seguro paramétrico: ¿un seguro nuevo en México?”, *Dirección electrónica*: <https://profesionalesenseguros.com.mx/2020/04/06/el-seguro-parametrico-un-seguro-nuevo-en-mexico/>