

Sistemas de soporte para la toma de decisiones espaciales (SADE)

Caso de aplicación: percepción del sismo de magnitud 5.4 en la capital de Chihuahua, Chih., Mex.



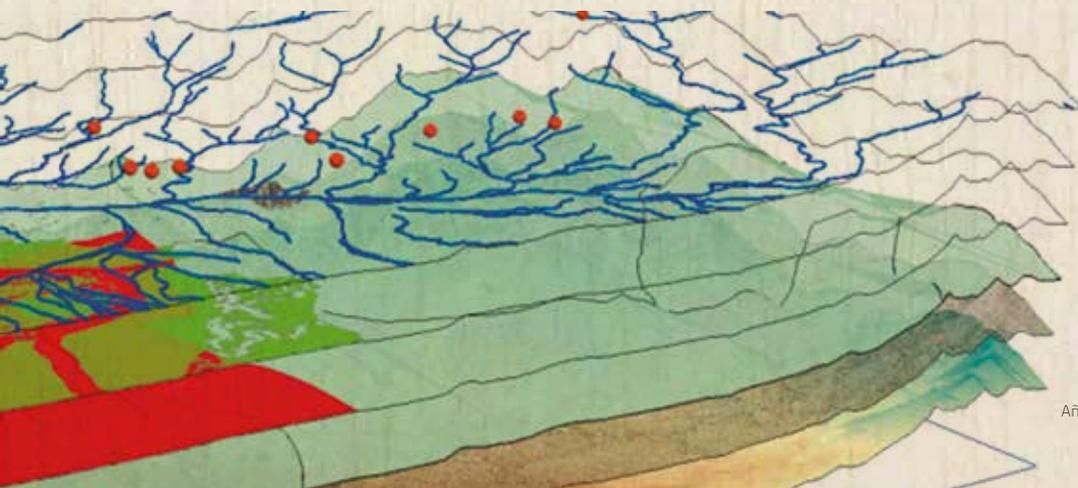
► Dr. Octavio Hinojosa de la Garza, Dr. José Luis Herrera Aguilar y el Dr. Cornelio Álvarez Herrera
Universidad Autónoma de Chihuahua /Facultad de Ingeniería
FINGUACH Año 6, Núm. 21, septiembre - noviembre del 2019

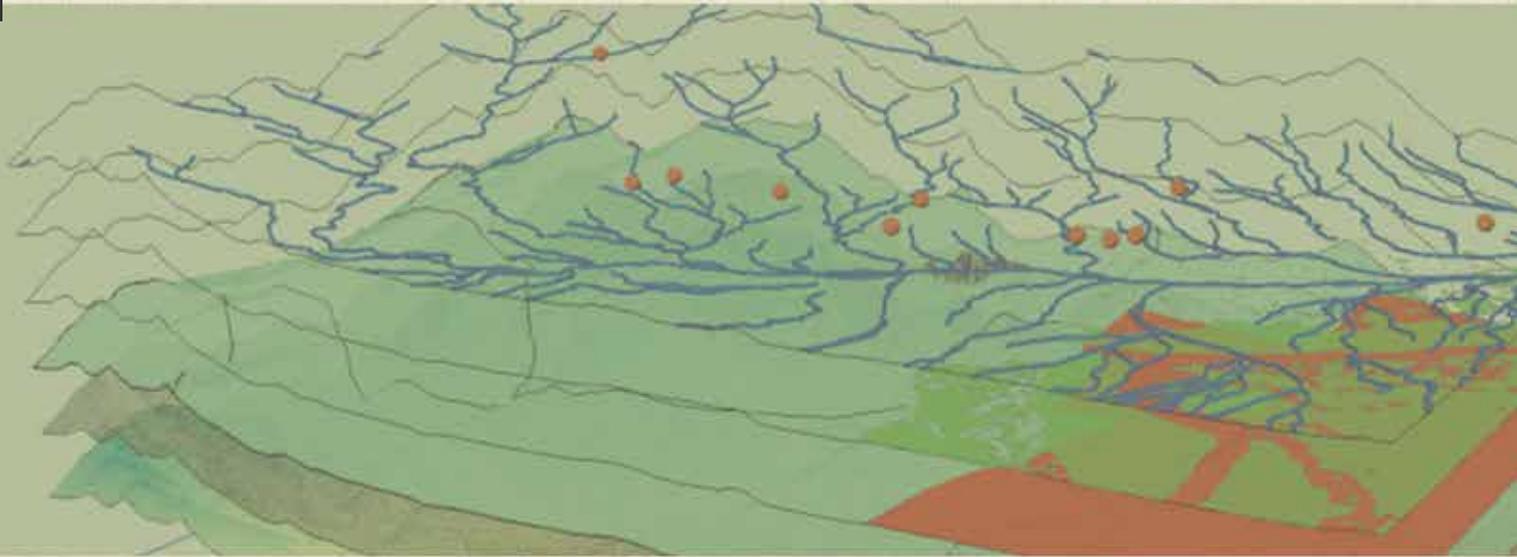
Antecedentes

Los sistemas de soporte para la toma de decisiones espaciales son cada vez más utilizados en gobiernos y centros de investigación como herramientas para la planeación estratégica, es decir los SADE permiten agrupar datos de numerosas fuentes de información usando su ubicación geográfica puntual de longitud y latitud (x,y) con lo cual se genera una base de datos espacial con toda la información unificada (Castillo Rosas, Jiménez Vélez, Monguet Fierro, & Núñez Andrés, 2015; Crossland, Wynne, & Perkins, 1995).

La representación de esta información se hace de manera gráfica a través de un sistema de información geográfica (GIS) el cual tiene entre sus características la de representar por capas o temas las bases de datos generadas, tales como la distribución de población, fallas geológicas y arroyos por mencionar algunas (Aronoff, 2004).

En el estado de Chihuahua se tienen registros de sismicidad por parte del Servicio Sismológico Nacional (SSN) del 27/10/1974 al 23/01/2019 con un total de 390 sismos medidos.





Las variables disponibles normalmente para su estudio son la fecha en formato UTM (del inglés *Universal Transverse Mercator*) este sistema de coordenadas universal se utiliza para identificar la fecha de ocurrencia de los sismos a nivel internacional, la magnitud y profundidad, el epicentro, el hipocentro, descripción de la localidad y las coordenadas para ubicar el lugar.

#Sismos ¹	Habitantes ²	Municipio	#Sismos ¹	Habitantes ²	Municipio
134	32 325	Saucillo	2	2 290	San Francisco de Borja
40	6 458	Guadalupe	1	22 302	Aldama
40	5 105	Valle de Zaragoza	1	28 766	Bocoyna
33	48 748	Camargo	1	22 378	Buena Ventura
23	8 998	Guazapares	1	154 639	Cuauhtémoc
20	3 662	Satevó	1	5 414	Cusiuhuirachi
16	8 441	Chinipas	1	137 935	Delicias
11	3 982	La Cruz	1	3 937	Santa Isabel
10	2 983	San Francisco de Conchos	1	53 499	Guadalupe y Calvo
7	41 265	Jiménez	1	4 953	Julimes
6	39 626	Guerrero	1	29 611	Madera
5	11 457	Ahumada	1	1 921	Maguarichi
5	1 681	Coyame del Sotol	1	8 343	Morelos
4	819 543	Chihuahua	1	2 849	Nonoava
4	10 953	Janos	1	59 337	Nuevo Casas Grandes
2	17 672	Balleza	1	8 012	Riva Palacio
2	14 362	Batopilas de Manuel Gómez Morín	1	16 785	Rosales
2	10 587	Casas Grandes	1	2 235	Rosario
2	2 911	Dr. Belisario Domínguez	1	4 753	San Francisco del Oro
2	49 689	Guachochi	1	6 211	Temósachic

1.- Censo de población y vivienda 2010-INEGI.

2.- Catálogo Servicio Sismológico Nacional 19000101_20190123.

Tabla 1. Sismos en el estado de Chihuahua n=390.

Materiales y métodos

El día 21 de septiembre de 2013, el SSN reportó un sismo con magnitud de 5.4 a las 6:16 hora local de Chihuahua, el cual fue localizado a 54 Km al suroeste de la Cd. de Delicias, Chih., con una profundidad de 3 Km (UNAM/SSN, 2019).

Se realizó una encuesta en la ciudad de Chihuahua para determinar la magnitud percibida por parte de la población con respecto al evento sísmico, para ello se utilizó la escala de Mercalli Modificada (MMI) la cual mide la intensidad del movimiento del suelo desde la perspectiva de las personas durante un evento sísmico, en una escala que va de 1=muy débil, 2=débil, 3=leve, 4=moderado, 5=poco fuerte hasta 10

(daños muy fuertes) capturando las coordenadas (xy) de toda la información generada (Vaca & Darío, 2018).

Se realizó una interpolación de inverso a la distancia ponderada (IDW de sus siglas en inglés) de las magnitudes sobre encuestas, así como la georreferenciación de la carta geológica publicada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM) en una escala de 1:50 000 (Villatoro, Henríquez, & Sancho, 2007).

La carta geológica con número 717H13-C66 cuenta con los detalles de las fallas geológicas presentes en la ciudad, la cual nos permite tratar de entender y buscar posibles relaciones en la propagación del sismo (Vargas Easton, Inzulza Contardo, Pérez Tello, Ejsmentewicz Cáceres, & Jiménez Yáñez, 2018).

Para su análisis se integró toda la información en una base de datos espacial dentro de un Sistema de Información Geográfica utilizando el *software* Arcmap.

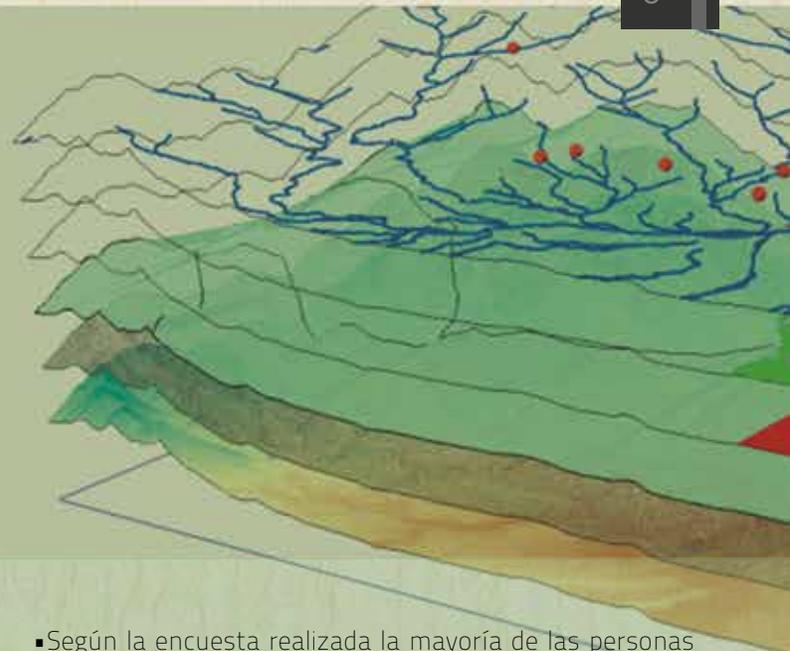
Resultados

Se realizaron un total de 201 encuestas en la ciudad de Chihuahua, Figura 1.

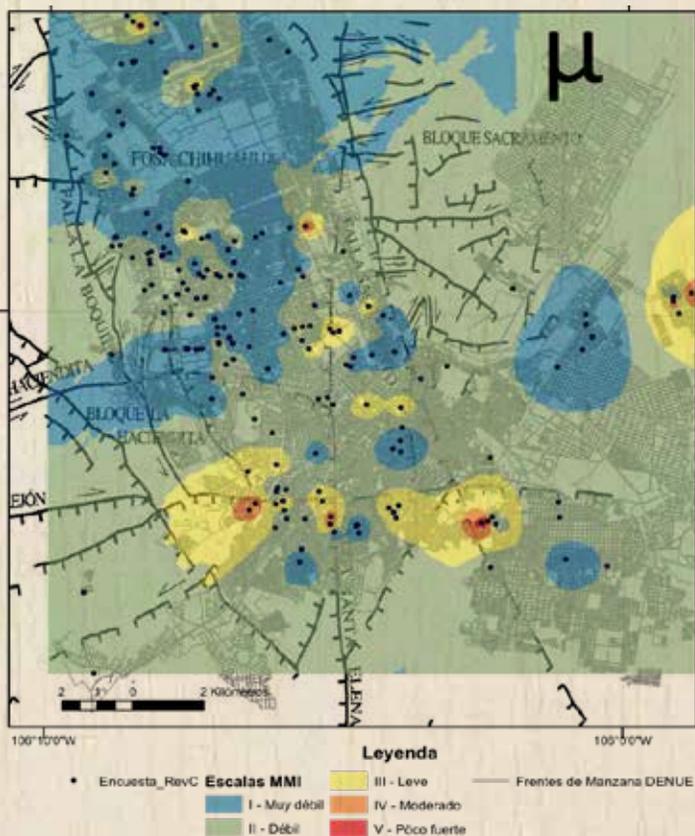


Figura 1. Percepción del sismo del 21 de septiembre del 2013 en la ciudad de Chihuahua, Escala MMI.

Se generó una interpolación de inverso a la distancia de las magnitudes percibidas por la población en las encuestas contra los esquemas estructurales reportados por el SGM en la carta geológica para la ciudad de Chihuahua.



Donde los colores con tonalidad más cálida (rojo) muestran las zonas con mayor percepción de movimiento (Mapa 1).



Mapa 1. Mapa de intensidad MMI para la ciudad de Chihuahua

Conclusiones

El SADE se presenta como una herramienta para apoyar en la toma de decisiones espaciales y nos permite integrar información de diferentes medios sociales y digitales de manera multidisciplinaria lo cual nos da la posibilidad de construir una ciudad del conocimiento para Chihuahua.

- Según la encuesta realizada la mayoría de las personas percibieron el sismo de manera muy débil, sin embargo, las personas que describieron categorías 4-5 fueron desperdadas debido a la sensación de movimiento de objetos, lo cual se relaciona de manera aparente con su distancia a las fallas geológicas, entre ellas las fallas Santa Elena y Rejón.
- La carta del servicio geológico marca con signos de interrogación zonas importantes del subsuelo donde se encuentra asentada la ciudad.
- Se necesita realizar una campaña para obtener más detalles del impacto sísmico en la ciudad y practicar simulaciones de evacuación de manera preventiva.

Referencias

- Aronoff, S. (2004). *Remote sensing for GIS managers*. Environmental Systems Research.
- Castillo Rosas, J. D., Jiménez Vélez, Á. F., Monguet Fierro, J. M., & Núñez Andrés, M. A. (2015). Conceptualización y desarrollo de un sistema para el soporte a la decisión espacial colectiva: el sistema geoespacial de inteligencia colectiva. 10th Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 176–179.
- Crossland, M. D., Wynne, B. E., & Perkins, W. C. (1995). *Spatial decision support systems: An overview of technology and a test of efficacy*. *Decision Support Systems*, 14(3), 219–235. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00018-N](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00018-N)
- UNAM/SSN. (2019). Servicio Sismológico Nacional e Instituto de Geofísica UNAM. Retrieved January 23, 2019, from 2019 *website*: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>
- Vaca, E., & Dario, J. (2018). Elaboración de herramientas informáticas de visualización y análisis sísmico para la plataforma virtual del GRISSUTPL.
- Vargas Easton, G., Inzulza Contardo, J., Pérez Tello, S., Ejsmentewicz Cáceres, D., & Jiménez Yáñez, C. (2018). ¿Urbanización fallada? La Falla San Ramón como nuevo escenario de riesgo sísmico y la sostenibilidad de Santiago, Chile. *Revista de Urbanismo*; Núm. 38 (2018): JunioDO - 10.5354/0717-5051.2018.48216 . Retrieved from <https://revistas.uchile.cl/index.php/RU/article/view/48216>
- Villatoro, M., Henríquez, C., & Sancho, F. (2007). Comparación de los interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial de pH, CA, CICE y P del suelo. *Agronomía Costarricense*, 32(1).