

Estación Sismológica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca

Introducción

La República Mexicana, es uno de los países con una alta amenaza sísmica por su elevada sismicidad y por la ocurrencia de sismos devastadores a través de su historia, presentando un extenso litoral sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, además de asentarse sobre 5 placas tectónicas. Dentro de los estados más sísmicos está Oaxaca, razón por la cual se hace necesario llevar a cabo constantes estudios y monitoreo de la sismicidad en esta región del país.

Rasgos tectónicos regionales

México posee todas las interacciones posibles entre placas tectónicas. Al noroeste, en el estado de Baja California existe un movimiento transformante entre la Placa Norteamericana y Placa Pacífico. Al Este del país, la Placa Rivera y Pacífico cuentan con una combinación de movimientos, extensión y transformante. En la parte Sureste, se tiene la tasa de sismicidad mayor del país y también la más significativa con respecto a la magnitud, producto de la interacción entre la Placa de Cocos y la de Norteamérica mediante un movimiento compresivo. Por último, al Sur existe movimiento transformante entre las Placas Caribe y la de Norteamérica.

Sismicidad histórica

En su libro "*Apuntes Histórico-geográficos de Huajuápam (sic)*", el profesor Álvaro Acevedo Martínez refiere que el 19 de julio de 1882 (M7.3) a las dos y media de la tarde, se registró un fuerte temblor que destruyó el Palacio Municipal, la cárcel, la torre y las cinco bóvedas de la iglesia parroquial, así como 702 viviendas, provocando la muerte de una señora, y que siete reclusos quedaron atrapados en las ruinas de la cárcel, siendo rescatados con vida por los vecinos.

El primer temblor de magnitud considerable del siglo XX fue el que se registró el 3 de enero de 1904 entre las 14:45 y las 15:05 hrs., causando daños en las casas municipales y algunas viviendas de San Jerónimo Silacayoapilla, así como, en los templos de esa localidad, de Asunción Cuyotepeji, San Miguel de Allende, y Santo Domingo Tonalá.

Finalmente, el sismo del 3 de febrero de 1911 que aparece en el catálogo del Servicio Sismológico Nacional de magnitud 6.5, que pudo haber provocado efectos en la población y las estructuras de la época y se hace una mención del mismo en el libro "Crónicas de 6 siglos de sismos en México: lecciones aprendidas y perspectivas" (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguro A. C, 2019).

Sismicidad instrumental

Catalogado como un sismo devastador para Huajuapán de León fue el que se registró a las ocho de la mañana con cincuenta y tres minutos y veintisiete segundos del viernes 24 de octubre de 1980, con una duración de un minuto con 47 segundos, donde muchos piensan, comentan y afirman que el epicentro se ubicó precisamente en Huajuapán de León, pero que durante la realización de este trabajo se ha comprobado que su epicentro fue fijado en Acatlán de Osorio, según datos del análisis del Servicio Sismológico Nacional.

Sus efectos devastadores, abarcaron los estados de Oaxaca, Puebla, Guerrero, Veracruz, México, Tlaxcala, Morelos y el entonces Distrito Federal. Su magnitud fue de 7.0 según el Servicio Sismológico Nacional (SNN) y de M7.1, según el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés).

Casi dos décadas después, el 15 de junio de 1999 a las tres de la tarde con cuarenta minutos se registró otro sismo de gran intensidad, cuyo epicentro se ubicó a 20 kilómetros al sur-suroeste de Tehuacán, Puebla, y a 55 kilómetros al norte de Huajuapán de León. La magnitud de este evento sísmico fue de M7.0.

El temblor afectó diversas zonas de los estados de Oaxaca, Puebla, Guerrero, Morelos y Tlaxcala. En la Mixteca oaxaqueña sufrieron daños 4 mil 124 viviendas de 34 municipios, entre ellos Huajuapán de León, Asunción Cuyotepeji, San Pedro y San Pablo Teposcolula, Tejuapán de la Unión, Tamazulapán del Progreso, Tezoatlán de Segura y Luna y Santiago Cacaloxtotec.

El 19 septiembre 2017 con epicentro en Axochiapán ocurre un sismo de M7.1, afectando a 12 millones de personas. Se siente en ciudad de México, donde daña más de 50 edificios. Devasta Morelos, Puebla y 75 municipios de la región Mixteca, Oaxaca.

Y finalmente el 9 julio de 2018 ocurre un sismo de M5.9 con epicentro en Huajuapán de León, sentido además en diferentes localidades del estado de Oaxaca, en Puebla y Ciudad México. No se reportaron daños de consideración.

Estación sismológica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca

En la Universidad Tecnológica de la Mixteca se comenzó a trabajar en la idea de construir una estación sismológica a partir de la adquisición de dos sensores sísmicos, un acelerógrafo y un sismómetro. Aunque una sola estación no permite obtener con precisión los epicentros y tampoco se pueden realizar estudios de peligro sísmico, es el inicio para implementar en un futuro una red de estaciones con la aspiración de cumplir con los objetivos anteriormente mencionados.



Figura 1. Inmueble donde se ubica la Estación Sismológica UTM.

Con esta estación es posible tener datos locales que permiten realizar un estudio preliminar de la génesis de la sismicidad local, que pudieran tenerse en cuenta en la toma de decisiones durante los procesos inversionistas y el reordenamiento territorial (ver la Figura 1).

Elementos que componen la estación sismológica

Un sismómetro triaxial Mini Broad Band-2 Metrozet

Permite registrar ondas sísmicas en una banda amplia de frecuencias, con respuesta plana a la velocidad del suelo de 0.01 a 30 Hz y capacidad de registrar sismos en una amplia gama de magnitudes, desde sismos locales pequeños hasta sismos lejanos, sin problema de saturación (ver la figura 2).

Acelerómetro triaxial EpiSensor FBA ES-T

Permite registrar las aceleraciones del suelo dentro de un amplio espectro de frecuencias sin saturación de la señal por sismos grandes locales y regionales. Estas características de los sensores, permiten estimar con gran precisión la magnitud de sismos grandes que puedan ocurrir en el territorio nacional (ver la figura 3).

Digitalizador Obsidian de 24 bits

Cuenta con 6 canales, 3 para velocidad (NS, EW, y Z) y 3 para aceleración (NS, EW, y Z). Las señales de ambos sensores son muestreadas (en forma continua a 200 muestras por segundo, mps), convertidas a un formato digital y almacenadas en disco duro del digitalizador Obsidian (ver la figura 4).

Cuarto de los sensores

El equipamiento se encuentra dentro del cuarto de los sensores junto al equipamiento del Servicio Sismológico Nacional (ver la Figura 5).

Registro de los epicentros

En la figura 6 se observa la distribución de los epicentros de sismos que se han registrado por la estación desde que se instaló de manera temporal. Hay que mencionar que los mismos tienen un error epicentral derivado del método utilizado para su localización y su instalación.



Figura 2. Sismómetro triaxial Mini Broad Band-2 Metrozet.



Figura 3. Un acelerómetro triaxial EpiSensor FBA ES-T



Figura 4. Digitalizador Obsidian de 24 bits.



Figura 5. Ubicación de los sensores sísmicos.

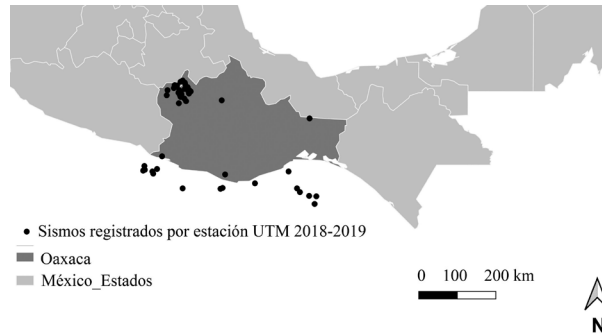


Figura 6. Distribución de epicentros registrados por la estación de la UTM de octubre 2018 a julio 2019.

Vinculación de estudiantes de la UTM con la operatividad de la estación sismológica

Estudiantes de las carreras de Mecatrónica y Física Aplicada han estado vinculados al trabajo de la estación sismológica durante su estancia profesional y de servicio social (ver la figura 7). Una vez que los estudiantes están familiarizados con los temas sismológicos han desarrollado diferentes actividades. De suma

importancia fue obtener la respuesta instrumental de los sensores (ver la Figura 8) para poder calcular la magnitud de momento de los terremotos y uno de los estudiantes realizó un análisis de varios terremotos registrados por la estación con el programa SEISAN 9.0 (ver la Figura 9).

Paralelamente se han restablecido varios acelerógrafos portátiles con la puesta en funcionamiento de un software algo obsoleto, pero todavía funcional y de utilidad didáctica para los estudiantes, con lo que comenzó a estudiar el ruido sísmico dentro de la estación sismológica como primera fase de prueba de la recuperación de estos equipos.



Figura 7. Vinculación de estudiantes de la UTM con la estación sismológica.

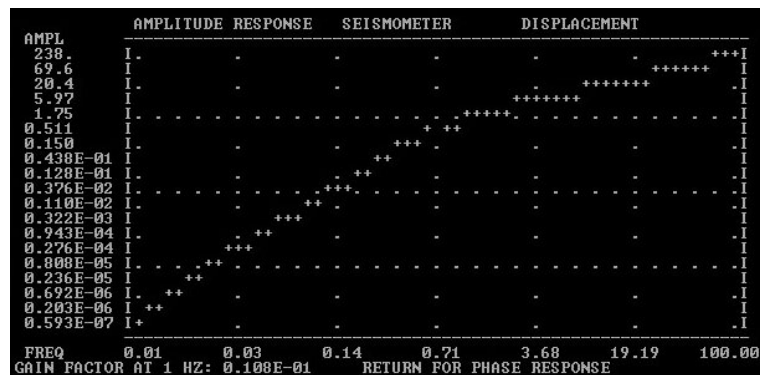


Figura 8. Respuesta de amplitud

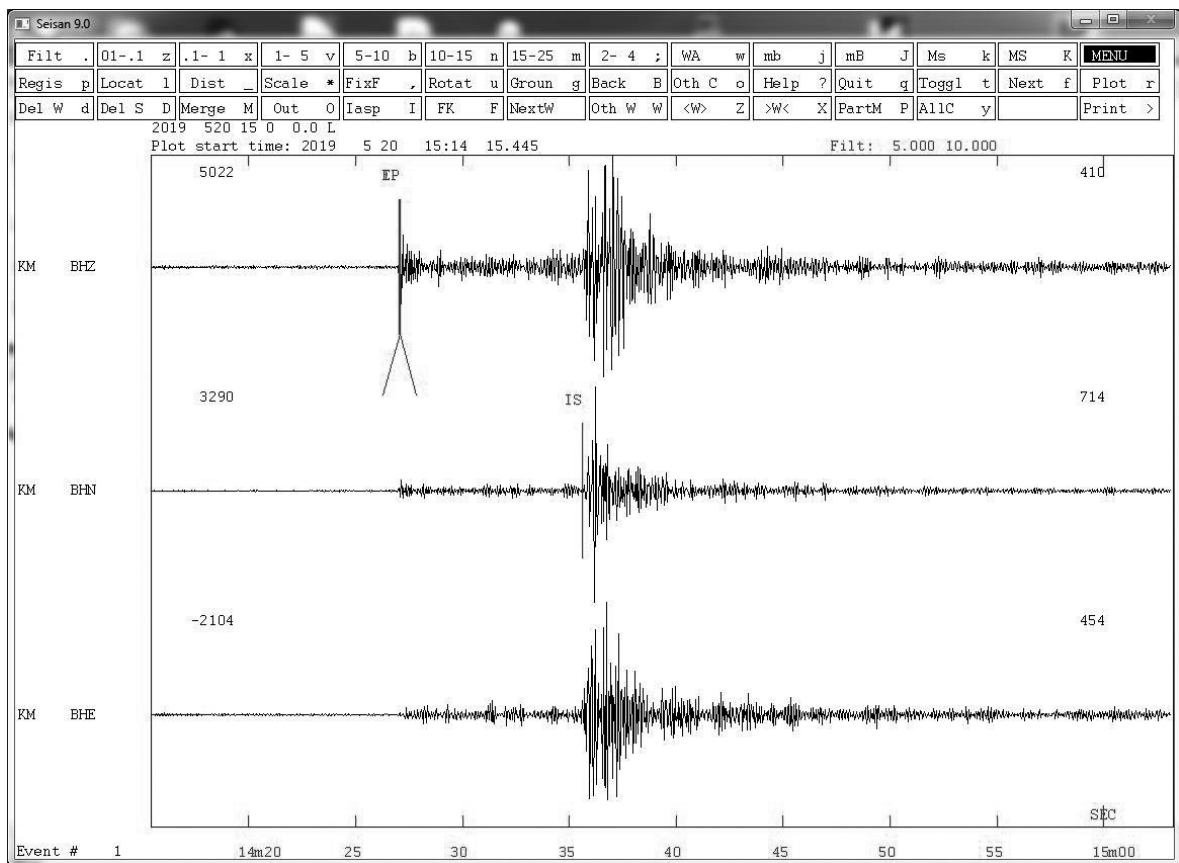


Figura 9. Señal analizada del sismo ocurrido el 20/05/2019 con SEISAN (v.9.0).

Conclusiones

Los datos de localización de los sismos analizados a partir de los registros sísmicos de la estación UTM permiten hacer estudios de ruido y espectrales de señales sísmicas. Se está considerando a futuro la ubicación de nuevas estaciones para monitorear de manera adecuada todo el estado y realizar investigaciones de mayor impacto científico. La estación es de mucha utilidad en términos de docencia, porque permite a los estudiantes que se involucren con esta temática tener una base de datos con la que pueden hacer diferentes trabajos y conocer de cerca el funcionamiento básico de una estación sismológica y relacionarse con la instrumentación geofísica que se encuentra en ella.

Bibliografía

- Acevedo Martínez A. (1945). *Apuntes histórico-geográficos de la ciudad de Huajuapán*, s.p.i, México.
- Colectivo de autores (2019). *Crónicas de 6 siglos de sismos en México: lecciones aprendidas y perspectivas*. (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguro A. C, 2019). ISBN en proceso.

Núñez-Cornú, F. (1983). *Sismotectónica del estado de Oaxaca, México*, basada en el análisis de temblores fuertes $M_s > 7.0$. Tesis de Maestría no publicada.

Núñez-Cornú, F y Ponce L. (1989). Zonas sísmicas de Oaxaca, México: Sismos máximos y tiempo de recurrencia para el período 1542-1988. *Revista Geofísica Internacional*. (28)4.

Lars Ottemoller, Peter Voss y Jens Havskov (2011). *Seisan Earthquake Analysis Software for Windows, Solaris, Linux and MacOSx*.

Zúñiga, F. R., Suárez, G. y Figueroa, A. (2012). *A Seismotectonic Regionalization of Mexico for Engineering Purposes*. En prensa.

Autor de la Vida Académica

Dra. Griselda Despaigne Longchamp

Profesora Investigadora del Instituto de Hidrología
grisy@mixteco.utm.mx