SIMULACRO

REPORTE ESPECIAL

GRUPO DE TRABAJO DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL, UNAM.

HIPÓTESIS - SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 2019, OAXACA-GUERRERO (M 8.6)

Este reporte de un sismo ficticio forma parte de las actividades del macrosimulacro 2019 organizado por la Coordinación Nacional de Protección Civil.
Cuando ocurre un sismo fuerte, una secuencia sísmica o un sismo que fue percibido de manera importante en una región, el SSN elabora un reporte especial con información detallada acerca de ese evento sísmico y se comparte en nuestra página web y redes sociales.
En este reporte especial del macrosimulacro 2019 se incluyen recuadros con explicaciones breves sobre el propósito de cada sección del reporte.

Información General.

En esta sección del reporte especial se da la información general del sismo, como la fecha, hora, coordenadas del epicentro, profundidad, región epicentral y magnitud.

También se incluyen imágenes del epicentro y de los registros sísmicos en una o varias de las estaciones del Servicio Sismológico Nacional.

La información de localización y magnitud de un sismo es estimada en los primeros minutos por sistemas automatizados cuando un sismo es, en general, de magnitud mayor de 4.0. Este cálculo automático se realiza con un mínimo de datos con el objetivo de que se realice en el menor tiempo posible y se publica en nuestras plataformas digitales -también de forma automatizada- en aproximadamente 5 minutos después de ocurrido el sismo. Dado que el evento hipotético es de magnitud mayor, la actividad en el marco del simulacro incluye la publicación de este reporte preliminar hipotético en nuestras redes sociales y página electrónica.

El proceso de cálculo por una analista de sismogramas conlleva un período de espera de algunos minutos para obtener más datos, de una mayor cantidad de estaciones sismológicas. De estos datos, se seleccionan aquellos que permiten obtener el cálculo más preciso, el cual, se realiza con diferentes metodologías. El tiempo en que se realiza todo este proceso se encuentra entre los 15 y 20 minutos. Una vez obtenido este cálculo, se publica en redes sociales y página electrónica del SSN y, en caso de existir algún reporte preliminar -generado automáticamente-, el reporte verificado por los analistas de sismogramas debe considerarse como una actualización con información más precisa.

Los reportes verificados por un analista de sismogramas, al ser más precisos, contienen información diferente (actualizada) respecto al reporte preliminar sobre el mismo evento sísmico. Por ejemplo, la magnitud verificada puede ser mayor, menor o igual; o bien, la localización del epicentro puede incluso referirse a otra localidad cercana a la mencionada preliminarmente, ya que las coordenadas geográficas del epicentro también se verifican, al igual que todas las demás características del sismo.

El día 19 de septiembre de 2019 se llevó a cabo un macrosimulacro cuya hipótesis consistió en un sismo con magnitud 8.6 localizado en las costas de los estados de Oaxaca y Guerrero. El sismo ocurriría a las 10:00, hora local.

Las coordenadas del epicentro serían 15.81º latitud N y 96.82º longitud W y la profundidad sería de 40 km (Figura 1).

La magnitud 8.6 sería calculada mediante el método de "inversión del Momento Sísmico a partir de fase W", Mww. Más información en : http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/otros/SSNRE-Magnitud.pdf

Figura 1. Epicentro del sismo ficticio del macrosimulacro de día 19 de septiembre de 2019.

La primera figura del reporte siempre es el mapa con el epicentro del sismo.

En la Figura 2 se muestran un registro del evento sísmico en la estación de Banda Ancha localizada en Pinotepa Nacional, Oaxaca.

La segunda figura del reporte normalmente muestra los sismogramas registrados en estaciones del Servicio Sismológico Nacional. El registro que se muestra en este reporte únicamente se presenta como ejemplo.

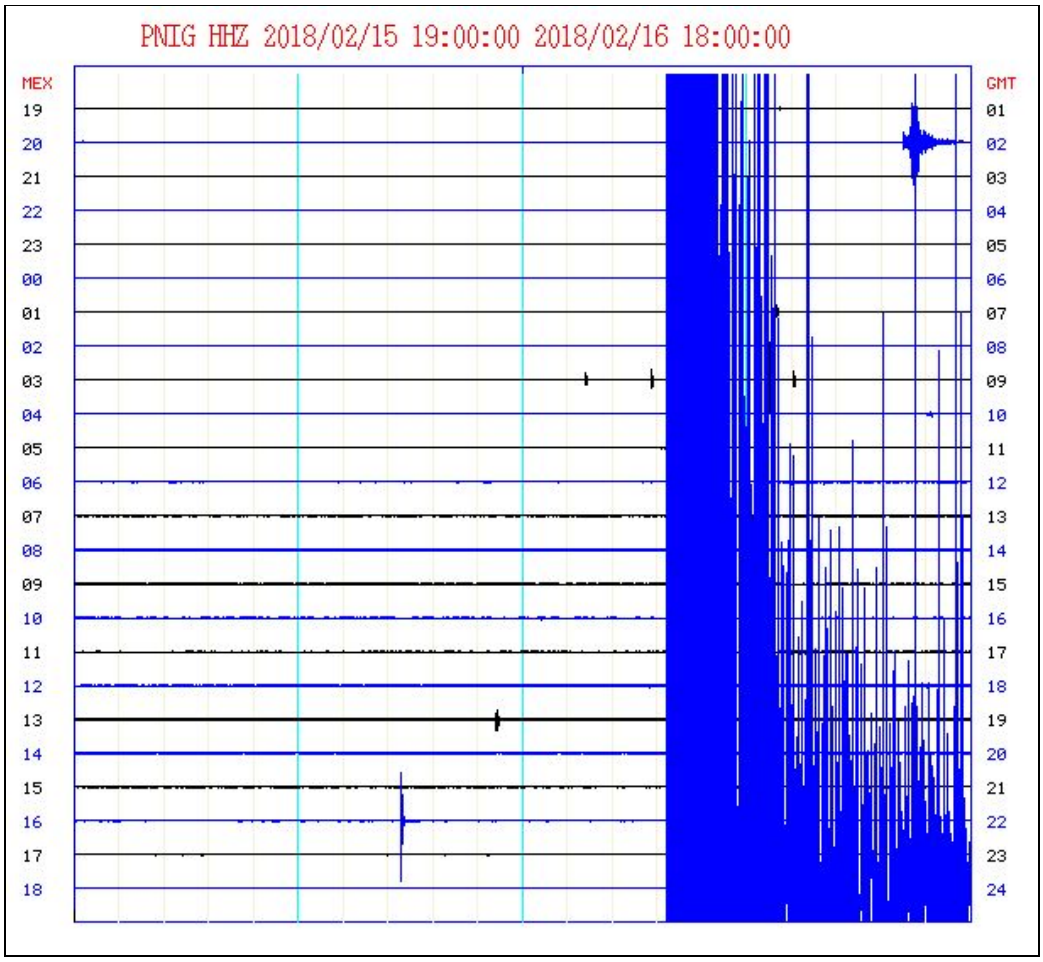

Figura 2. Sismograma de la estación de Banda Ancha de Pinotepa Nacional, Oaxaca (PNIG).
(Este registro es de un sismo real y se muestra únicamente como ejemplo)

Este sismo habría sido sentido en gran parte de la zona sur y centro de la República Mexicana incluida la Ciudad de México. Fuertemente sentido en los estados de Oaxaca y Guerrero, y zonas aledañas a estos estados.

Este evento sería un sismo interplaca, originado en el contacto convergente entre la placa de Cocos y la placa de Norteamérica. En este contacto, la placa de Cocos se mete debajo de placa de Norteamérica en un proceso que se conoce como subducción.

El mecanismo focal de este evento ficticio sería similar al de la Figura 3 (el mecanismo de la figura es únicamente como ejemplo) y mostraría una falla de tipo inverso, en la que el bloque de techo sube con respecto al bloque de piso. Este tipo de mecanismos de ruptura es frecuente en los sismos interplaca y potencialmente tsunamigénicos.

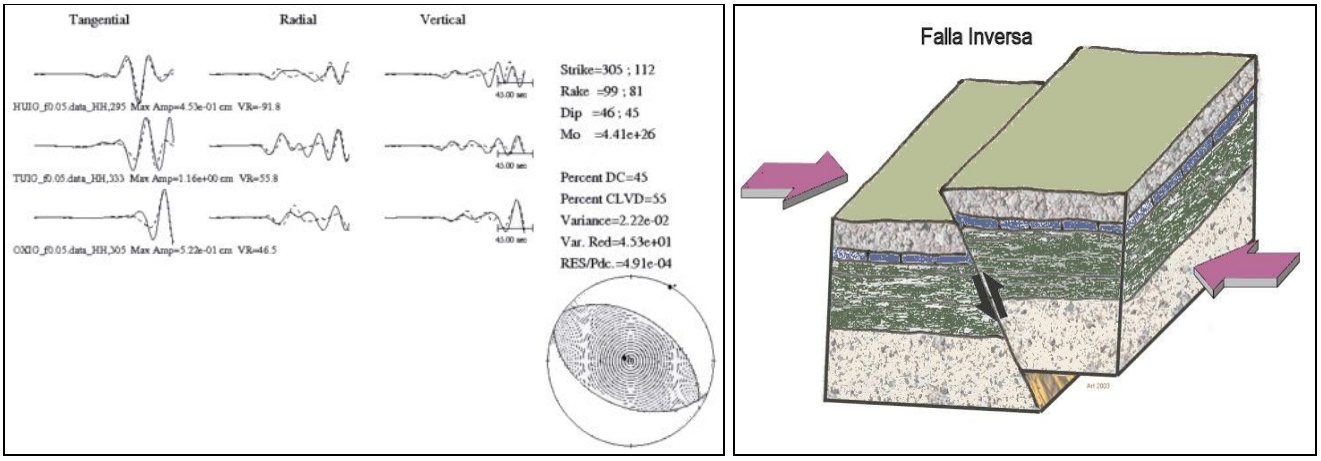

Figura 3. Izquierda: Mecanismo focal del sismo ficticio del simulacro de día 19 de septiembre de 2019. (El mecanismo que se ve en la figura es de un sismo real y se muestra únicamente como ejemplo). Derecha: Movimiento relativo entre los bloques de una falla inversa.

El mecanismo focal es una representación gráfica de la forma en que ocurrió el rompimiento en la falla. Esta representación gráfica que parece "pelota de playa" es utilizada por los sismólogos para caracterizar la fuente del sismo. Aporta información sobre el rumbo (dirección geográfica) de la falla, el echado (ángulo de la inclinación de la falla) y el deslizamiento que tuvo lugar a lo largo de la falla.

Esta información es fundamental, sobre todo para sismos cuyo epicentro está en el océano, pues ayuda a evaluar el potencial que tiene ese sismo de generar un tsunami, por ello, es compartida con el Centro de Alerta de Tsunamis de la Secretaría de Marina.

En la siguiente figura se pueden ver los mecanismos focales (pelotas de playa) que corresponden a los diversos tipos de fallas. Las tres principales son: falla normal, falla inversa y falla lateral izquierda o derecha.

Obtener el mecanismo focal también puede servir para identificar si el movimiento fue en realidad un sismo tectónico o una explosión.

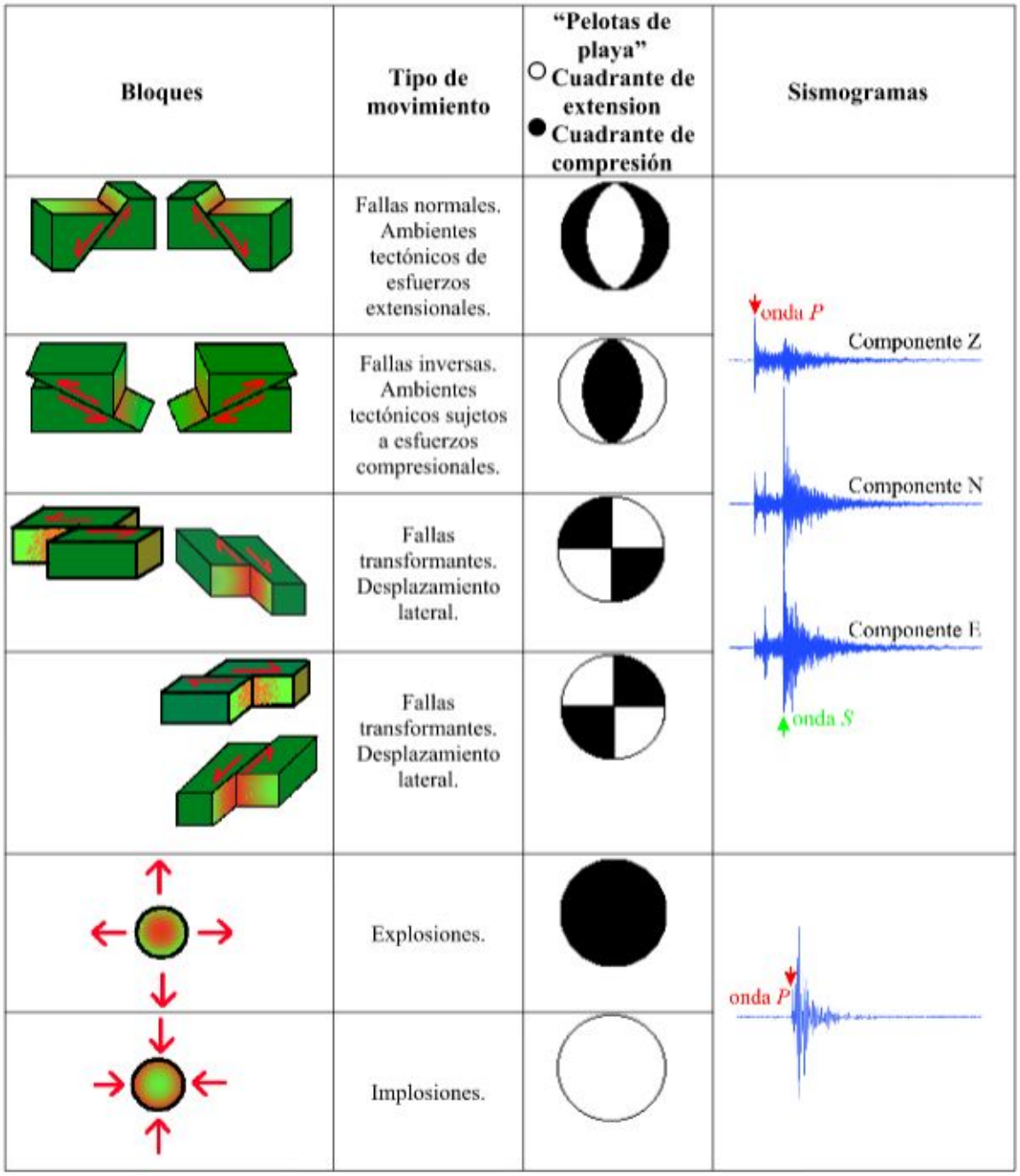

Figura tomada de Pérez-Campos y Solano Hernández (2010)

En la Tabla 1 se presentan las réplicas ficticias del sismo hipotético del macrosimulacro 2019.

Tabla 1.
Réplicas ficticias del sismo hipotético del 19 de septiembre de 2019.

El número de réplicas se va actualizando en versiones posteriores del reporte. La fecha de actualización se ve en el pie de página.

Fecha	Hora	M	Latitud	Longitud	Prof.	Referencia de localización
2019-09-19	10:03:30	3.9	15.87	-96.87	42	24 km al SURESTE de OMETEPEC, GUE
2019-09-19	10:07:39	4.6	15.84	-96.86	41	18 km al SURESTE de , OMETEPEC, GUE
2019-09-19	10:10:05	3.8	15.86	-96.84	48	22 km al ESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
2019-09-19	10:15:54	4.9	15.87	-96.84	44	33 km al NORESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
2019-09-19	10:28:49	5.4	15.87	-96.81	45	32 km al SUROESTE de OMETEPEC, GUE
2019-09-19	10:33:52	4.3	15.87	-96.82	48	25 km al NORESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
2019-09-19	10:41:55	4.7	15.89	-96.84	47	19 km al SURESTE de CUAJUINICUILAPA, GUE
2019-09-19	10:56:06	5.6	15.89	-96.89	41	43 km al SUROESTE de OMETEPEC, GUE
2019-09-19	11:03:52	4.7	15.86	-96.83	40	28 km al SURESTE de OMETEPEC, GUE
2019-09-19	11:22:44	3.8	15.80	-96.88	46	21 km al SURESTE de CUAJUINICUILAPA, GUE

Cuando ocurre un sismo de magnitud considerable las rocas que se encuentran cerca de la zona de ruptura sufren un reacomodo, lo que genera una serie de temblores en la zona que reciben el nombre de réplicas. El número de las réplicas puede variar desde unos cuantos hasta cientos de eventos en los próximos días o semanas de ocurrido el temblor principal.
Las características de las réplicas se presentan en una tabla en el reporte.
En caso de que existieran réplicas del sismo, se incluirían en esta sección, con todas sus características, como fecha, hora, magnitud, epicentro y profundidad, en una tabla como la Tabla 1.

La Figura 4 muestra el mapa de intensidades estimadas elaborado por la Unidad de Instrumentación Sísmica del Instituto de Ingeniería de la UNAM, como se puede apreciar las

intensidad máximas se encuentran en la región del epicentro del sismo hipotético, en los estados de Oaxaca y Guerrero.

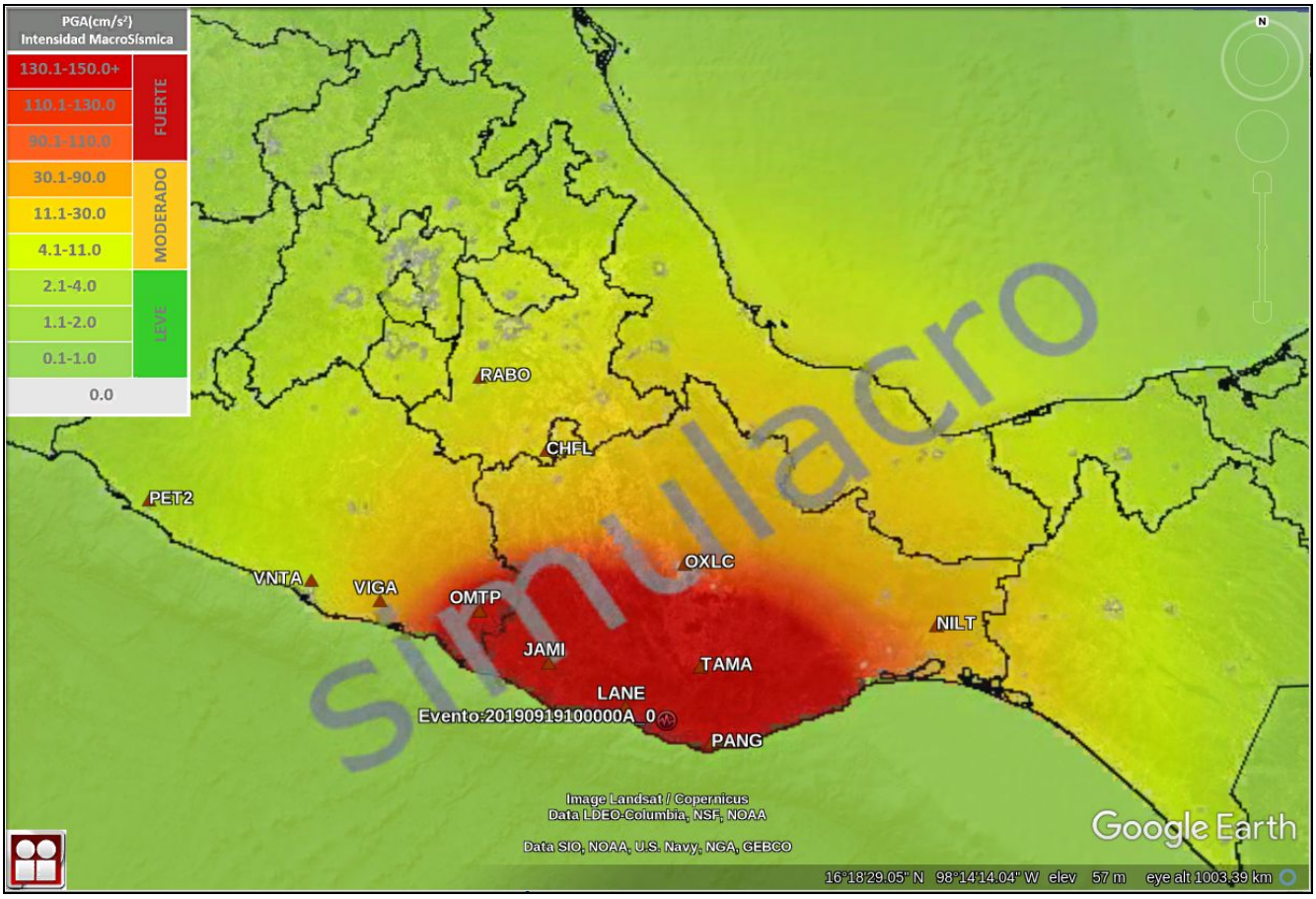

Figura 4. Mapa de intensidades del temblor ficticio del simulacro del día 19 de septiembre de 2019. Este mapa fue generado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM .

En el reporte se incluye normalmente el mapa de intensidades estimadas, el cual es elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM a partir de datos de acelerómetros. Estos mapas dan un panorama general de la severidad del movimiento sísmico poco tiempo después de ocurrido un evento sísmico. Estos mapas son compartidos en tiempo real con el Centro Nacional de Prevención de Desastres para la rápida toma de decisiones por parte de las autoridades.

Figura 5 muestra el mapa de intensidades macrosísmicas, generado a partir de la encuesta aplicada a la comunidad vía internet y elaborada por la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en su página http://fct.uanl.mx/sintio-un-sismo/. La escala de colores representa las diferentes intensidades percibidas por la población.

Cuando el sismo es sentido por varias personas, éstas reportan cómo lo sintieron contestando la encuesta de la página web: http://http://eventos.uanl.mx/sismologia/ que está a cargo de la Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Ciencias de laTierra. También se puede acceder al sitio desde la página principal del SSN, siguiendo la liga "¿Sentiste un sismo? Reportalo aquí".
Los mapas que se generan muestran las intensidades reportadas por personas que sintieron el sismo y responden los cuestionarios vía internet.

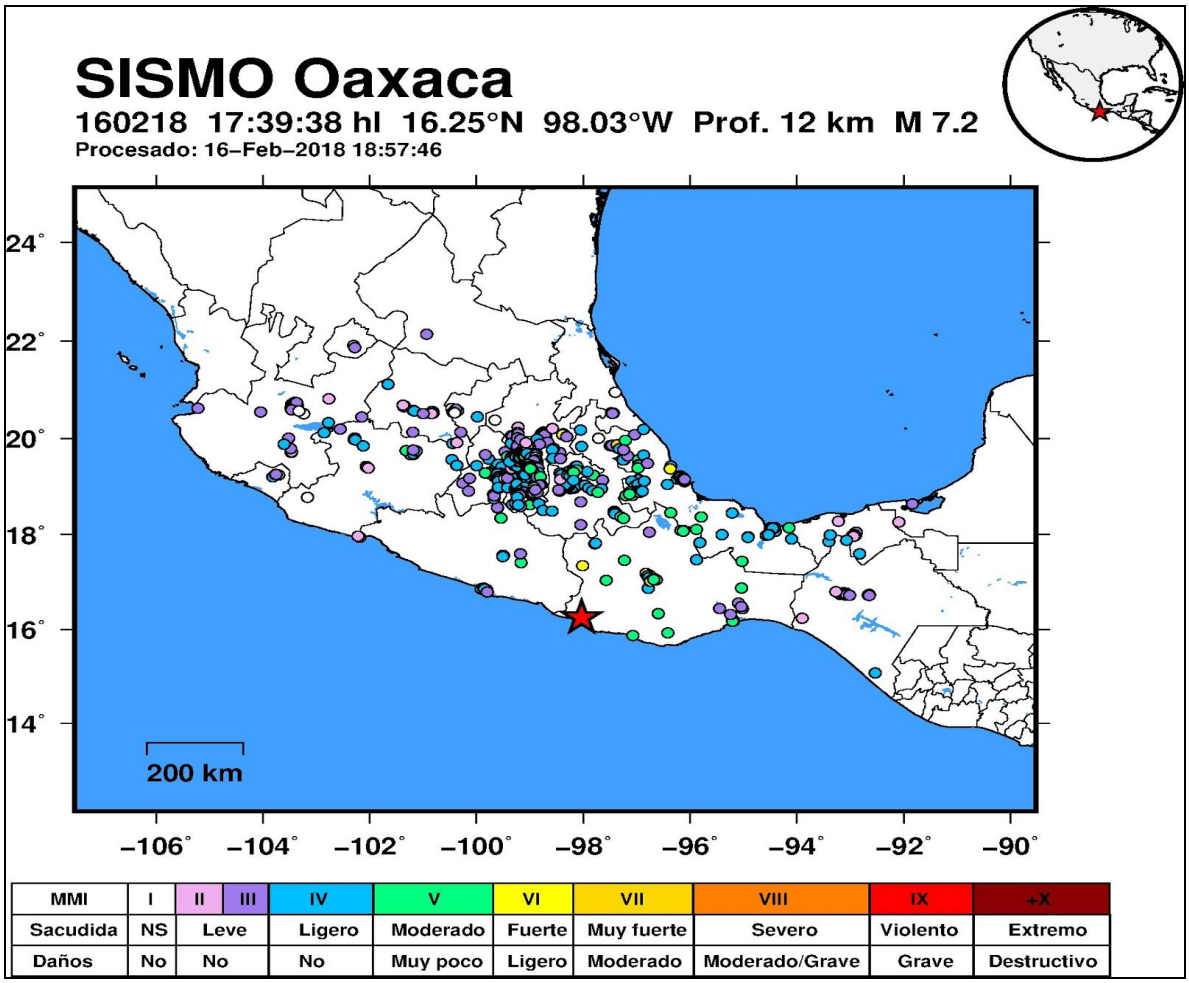

Figura 5. Mapa de intensidades macrosísmicas del sismo ficticio del macrosimulacro 2019. Este mapa se genera con información proporcionada por la comunidad de internet y lo elabora la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra. (Este mapa se generó para un evento sísmico real y se muestra sólo como ejemplo).

Sismicidad histórica en los estados de Guerrero y Oaxaca.

En esta sección del reporte se hace una recapitulación de la sismicidad histórica que ha ocurrido en la región donde ocurrió el sismo. Esto permite poner en contexto el sismo que acaba de ocurrir y permite apreciar que en la región se presenta sismicidad que puede tener características similares.

El sismo hipotético de este reporte tiene su epicentro en las costas de los estados de Oaxaca y Guerrero, por lo que la descripción que aquí aparece está referida a esa región.

Oaxaca y Guerrero son dos de los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana, cada uno de ellos registra aproximadamente el 25% de los sismos del país. El origen de esta sismicidad se debe al contacto convergente entre dos importantes placas tectónicas en donde la placa de Cocos subduce bajo la placa de Norteamérica. La interacción entre estas dos placas tiene lugar en la costa del Pacífico desde Chiapas hasta Jalisco (Figura 6).

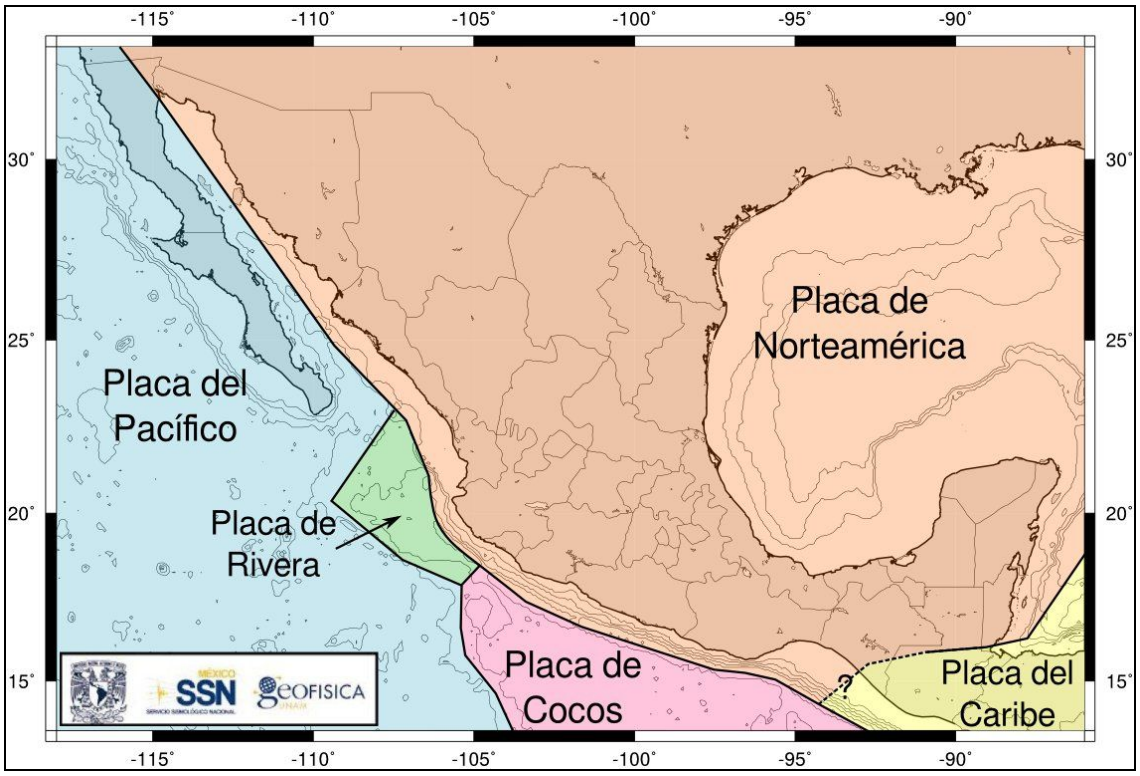

Figura 6. Placas tectónicas que interactúan en territorio mexicano.

En la historia escrita de nuestro país, existen registros de un sismo interplaca ocurrido el 28 de marzo de 1787. Éste tuvo lugar en las costas de Oaxaca y sur de Guerrero. Diferentes autores han asignados magnitudes que van entre 8.4 y 8.6, lo que lo ubica como el sismo más grande del que tengamos conocimiento en nuestro país. El escenario propuesto está basado en el trabajo de Suárez y Albini (2009), quienes proponen una longitud de falla de 450 km y una magnitud de 8.6. Este sismo generó un tsunami con reportes de penetración de hasta 6 km. Por otra parte, este sismo produjo una intensidad de IX, en la escala de Mercalli modificada, en la capital oaxaqueña, presentándose daños y colapsos en edificios bien construidos. Intensidades VIII fueron documentadas desde Guerrero hasta el istmo de Tehuantepec.

El miércoles 28 de marzo de 1787, a las once de la mañana, tuvo lugar ese temblor llamado de San Sixto, en recuerdo al santo católico celebrado ese día. Percibido en toda la Nueva España, las crónicas dicen que se percibió con una duración cercana a los 7 minutos. Se ignora cuántas víctimas mortales hubo, pero las afectaciones en las construcciones de las Intendencias de México, Puebla y Oaxaca fueron severas. En la Ciudad de México las más afectadas fueron Palacio Nacional y la Cámara de Diputados, pero la ciudad de Antequera, hoy Oaxaca, quedó en ruinas.

En cuestión de segundos los estragos eran abrumadores, pero nadie imaginaba que, derivado del macrosismo, ocurriría el más grande tsunami hasta ahora también registrado en nuestro país, cuyas olas alcanzaron los 20 metros penetrando más de 8 kilómetros tierra adentro en la costa del Pacífico. En Tehuantepec, el alcalde mayor Tomás Mollinedo informaría a la Real Audiencia que el terremoto había desatado "una extraña conmoción de las aguas y un espantoso bramido del mar". En Igualapa, en la Barra de Alotengo, hoy Guerrero, su respectivo alcalde mayor Don Francisco Gutiérrez de Terán, referiría que el terremoto había mostrado "una violencia jamás allí experimentada" y que "al tiempo del primero", los pescadores habían visto "con asombro retirarse el mar más de una legua, descubriéndose tierras de diversos colores, peñascos y árboles, y que con la misma velocidad que se huyó de su vista, volvió otra vez y otras, ... y antecogiéndolos hizo muchos pedazos a once de ellos".

Escasez, rapiña y saqueo se apoderaron de la capital oaxaqueña. De inmediato, comenzaron las réplicas, algunas de elevada magnitud, motivando a los pobladores a retirar los tejados de sus viviendas y a la autoridad a prohibir el tránsito de los carruajes por las calles para evitar que las vibraciones terminaran por derribar a las construcciones dañadas que aún permanecían en pie. Durante una semana, los vecinos ocuparon plazas y solares despoblados en los alrededores de la ciudad. Su ciudad capital estaba en ruinas pero ellos eran los testigos vivientes del que ha sido el terremoto más poderoso que ha cimbrado al territorio nacional del que se ha tenido registro en nuestro país.

Duración

Es muy común la solicitud de información, por parte del medios de comunicación y el público en general, sobre la duración del sismo. En esta sección se explica porqué el Servicio Sismológico Nacional, ni ningún servicio sismológico del mundo reporta la duración de un evento sísmico.

Cuando hablamos de duración de un sismo, nos podemos referir a varios conceptos diferentes: Una es la duración del movimiento percibida por el ser humano, otra la duración del registro instrumental (puede ser de varios minutos, inclusive horas) y otro es el tiempo que duró el movimiento de la falla que originó el sismo (que puede ser de unos cuantos segundos).

Los sismómetros son instrumentos altamente sensibles al movimiento del suelo, esto les permite detectar con suma precisión el instante mismo del inicio de un sismo, así como su terminación. El ser humano a diferencia del sismómetro, no tiene una percepción tan desarrollada en este sentido, en general sólo es capaz de percibir la parte más intensa del movimiento provocado por un sismo. Esto quiere decir que si ponemos juntos a una persona y a un sismómetro a medir la duración de un sismo, la persona reportará un tiempo de movimiento menor al que reportará el sismómetro, debido a que la persona sólo siente la parte más intensa del movimiento del suelo, mientras que el sismómetro percibe hasta el movimiento más insignificante que se da justamente cuando el sismo se inicia y cuando termina. La diferencia entre lo que sienten las personas y lo que reporta el instrumento es considerable.

Por otro lado, la duración de un sismo tanto instrumental como la percepción humana varía de un lugar a otro, y no es un valor fijo. Cuando ocurre un sismo, las personas que viven en diferentes lugares no perciben la misma duración, experimentan tiempos diferentes. Existen tres factores principales que intervienen en la duración del movimiento: La distancia al epicentro, el tipo de terreno y el tipo de construcción en donde nos encontremos en ese momento.

Referencias Bibliográficas

Arrioja Díaz-Viruell, Luis Alberto y Carlos Sánchez Silva, "Antequera en el siglo XVIII. Espacio urbano, demografía, economía y vida social", en *475 años de la fundación de Oaxaca. I. Fundación y Colonia*, Sebastián van Doesburg (Coord.), Ayuntamiento de la Ciudad de Oaxaca, Fundación Alfredo Harp Helú, Proveedora Escolar y Editorial Almadía, Casa de la Ciudad, México, 2007, pp. 111-153.

Gazeta de México, 1º de mayo de 1787.

"Informe de los escribanos de su majestad sobre el terremoto que afectó esta ciudad (1787)", Archivo General del Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca (AGEO), Alcaldías mayores, leg. 40, exp. 17.

Núñez Cornú, Francisco J., Modesto Ortiz Figueroa, John Sánchez y Carlos Suárez Plascencia, "EL terremoto de San Sixto y el gran tsunami de 1787 en la Costa sur de México", *Geos*, vol. 28, no. 2, octubre, 2008.

Pérez- Campos y Solano Hernández, "La función de la sismología en la vigilancia de la prohibición de pruebas nucleares", en *Geofisicosas,* publicación de divulgación del Instituto de Geofísica, UNAM, agosto de 2010.

Gerardo Suárez y Paola Albini, "Evidence for Great Tsunamigenic Earthquakes (M 8.6) along the Mexican Subduction Zone", Bulletin of the Seismological Society of America (2009), 99 (2A): 892-896. http://dx.doi.org/10.1785/0120080201

Suárez, Gerardo, "De sismos históricos mexicanos: los temblores del 28 de marzo al 3 de abril de 1787", en https://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos86-4/sismos-6-4.pdf

"El gran tsunami mexicano de 1787", en *Letras libres*, México, 5 de septiembre de 2011, disponible en https://www.letraslibres.com/mexico/el-gran-tsunami-mexicano-1787

"Templo de San Francisco, Ciudad de Oaxaca", disponible en http://www.exploringoaxaca.com/es-mx/iglesias-conventos,ciudad-de-oaxaca,templo-de-san-francisco/

NOTA

Este reporte ha sido generado por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) el día 19 de septiembre de 2019 como parte del macrosimulacro 2019 y puede ser consultado, utilizado y difundido para fines de investigación, didácticos o de divulgación. Si lo utiliza, le solicitamos que haga constar su procedencia, mencionando la siguiente referencia:

SSN (2019): Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
URL: http://www.ssn.unam.mx

La información aquí contenida NO debe ser considerada como real. Para consultar los eventos sísmicos reales es posible realizar una búsqueda en la página electrónica del SSN (www.ssn.unam.mx), en su sección de "catálogo de sismos".

Consulte nuestro Aviso legal, Términos de Uso y Privacidad en la siguiente dirección electrónica: http://www.ssn.unam.mx/aviso-legal/

El Servicio Sismológico Nacional NO opera ningún tipo de alerta sísmica.

www.sismologico.unam.mx

Reportes sísmicos

@SismologicoMX
/SismologicoMX
@SSNMexico

Preguntas y comentarios

@ssn_mx