

LO QUE APRENDIMOS DE LOS SISMOS M_w 8.2 Y M_w 7.1 OCURRIDOS EN SEPTIEMBRE DE 2017: EXPERIENCIAS EN EL NOROESTE DE MÉXICO

J. Antonio Vidal Villegas¹, J. Alejandro González-Ortega¹, M. Alejandra Núñez Leal¹, Rogelio Arce Villa¹ y J. Carmen Sánchez Rodríguez¹

¹Departamento de Sismología, División Ciencias de la Tierra, CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Fraccionamiento Zona Playitas, Ensenada, Baja California, c. p. 22860, vidalv@cicese.mx, aglez@cicese.mx, anunez@cicese.mx, arce.rogers@gmail.com, jsanchez@cicese.mx,

RESUMEN

En el noroeste de México, los sismos del 7 y 19 de septiembre de 2017: M_w 8.2, frente a las costas de Chiapas y M_w 7.1 en Puebla-Morelos fueron registrados por la Red Sísmica del CICESE. Se proporciono información estándar (localización epicentral y magnitud) a través de la página electrónica del CICESE y posteriormente se proporciono información técnica y de divulgación mediante la organización de un Foro. Apreciamos la disponibilidad de colegas del Servicio Sismológico Nacional y del Centro Nacional de Prevención de Desastres para participar en el foro. Consideramos recomendable incrementar la colaboración entre instituciones, lo cual redundará en beneficio para la sociedad.

ABSTRACT

In Northwestern Mexico, the CICESE's Seismic Network recorded the earthquakes of September 2017: 7, M_w 8.2 off the coast of Chiapas and 19, M_w 7.1 in Puebla-Morelos. We provide standard information (epicentral location and magnitude) through the CICESE website, and technical and dissemination information through the organization of a Forum. We appreciate the collaboration of colleagues from the National Seismological Service of Mexico and the National Center for Disaster Prevention to participate in the Forum. We consider it advisable to increase collaboration between institutions. This collaboration will benefit the society.

INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2017 ocurrieron dos sismos importantes por su magnitud M_w 8.2 y M_w 7.1; el primero ocurrido frente a las costas de Chiapas y el segundo en el límite entre los estados de Puebla y Morelos. En la historia reciente, es muy probable que sean los sismos con el mayor y mejor registro instrumental. Además de haber sido registrados por estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional (SSN) (Pérez-Campos *et al.*, 2018), fueron también registrados por estaciones de banda ancha de la Red Sísmica del CICESE (RSC) (Vidal-Villegas, *et al.*, 2018; Castro *et al.*, 2018). Esta red (formada por 4 subredes) cubren la región noroeste de México. Una de las funciones de esta red es la de proporcionar información sobre la sismicidad de la región norte de Baja California, México – Sur de California, EUA, así como de la sismicidad que ocurre

en el Golfo de California. Sin embargo, ante la ocurrencia de sismos importantes que ocurren en otras regiones de nuestro país, como los ya mencionados, tenemos también una demanda importante de solicitudes información sobre los parámetros básicos, como son la localización epicentral y la magnitud, así como dar respuesta a preguntas como: ¿va a volver a ocurrir un sismo de magnitud similar? ¿porqué tiembla más seguido? o ¿hay alguna relación entre los sismos ocurridos? Por otro lado, el SSN cumple cabalmente con proporcionar la información mencionada de los sismos ocurridos en su zona de mejor cobertura geográfica, así como también la RSC lo ha hecho para la región noroeste de México.

El propósito de este trabajo es dar a conocer los resultados del procesamiento estándar de los sismogramas registrados por la RSC correspondientes a los sismos ocurridos en septiembre de 2017. Además de ello, informar sobre los resultados de un foro realizado en octubre de 2017, en la ciudad de Ensenada, Baja California, para dar a conocer información sobre los sismos.

EL SISMO DE TEHUANTEPEC M_w 8.2

El 8 de septiembre de 2017 a las 04h 49m Tiempo Universal (21h 49m del 7 de septiembre de 2017, tiempo del Pacífico) fue registrado el sismo de Tehuantepec (frente a las costas de Chiapas) por 49 estaciones de banda ancha. De éstas 8 son de RESBAN, 23 son de RESNOM y 5 son del SSN y 13 son de la Red del Sur de California, Estados Unidos (SCSN). Este sismo fue registrado a distancias telesísmicas (~1,400 [estación Tepic, no mostrada en la figura] – 3,100 km) (Figura 1). Uno de los procesos de rutina instalados en el sistema de procesamiento y que trabajan en forma automática es el programa SEISCOMP (<https://www.seiscomp3.org>). Para la localización, el programa SEISCOMP usa el modelo de estructura de velocidades IASP91 y lecturas automáticas de tiempos de arribo de P de todas las estaciones que lo registraron. La magnitud M_w , obtenida, a partir de una fórmula de regresión entre M_w y m_B (Bormann y Saul 2008), inicialmente fue de 8.0, pero posteriormente (con el arribo de datos de más estaciones) subió a 8.1. Esta magnitud es 0.1 unidades de magnitud menor a la reportada por el SSN (y considerada como la magnitud del sismo). Los resultados anteriores nos dieron la confianza para publicar una localización propia en la página de la RSC-RESNOM (Figura 2). Otra motivación a publicar nuestros resultados fue el incremento súbito de visitantes en nuestra página. Una comparación de las localizaciones reportadas por el SSN, el USGS y CICESE se muestra en el mapa de la Figura 3.

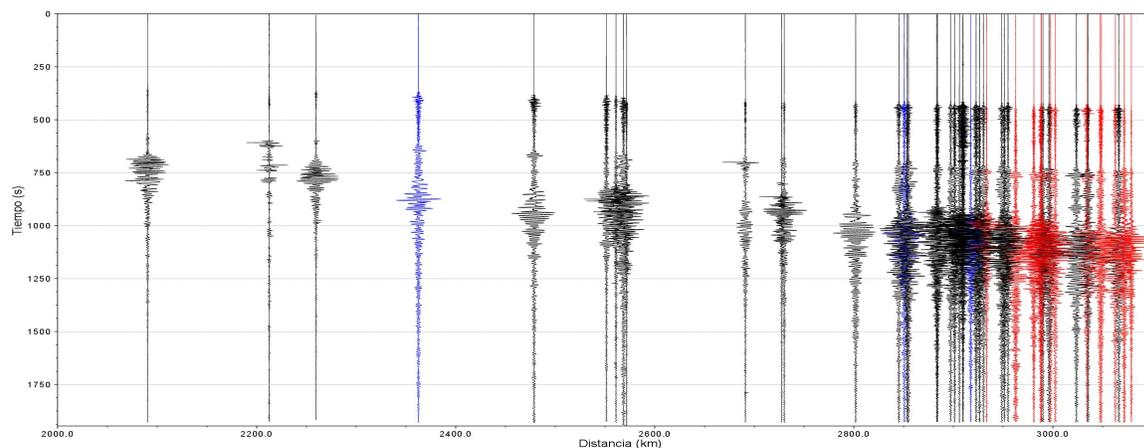


Figura 1. Registros de velocidad de banda ancha (componente vertical) del sismo de 8 de septiembre de 2017, registrado en estaciones de las subredes de la RSC: RESBAN y RESNOM (trazas negras), del SSN (trazas azules) y de SCSN (trazas rojas).



Figura 2. Localización del sismo de 8 de septiembre de 2017 obtenida con el programa SEISCOMP. La imagen muestra los parámetros de localización del sismo.

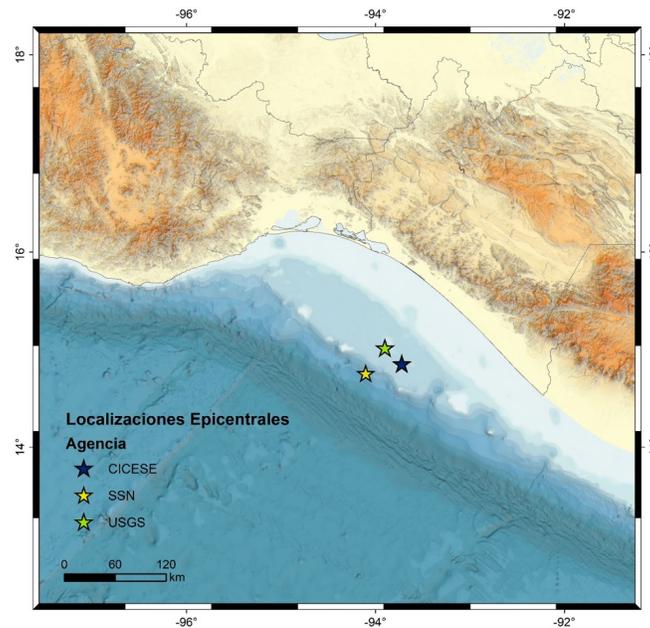


Figura 3. Localización del sismo de 8 de septiembre de 2017 reportadas por el SSN, el USGS y el CICESE.

EL SISMO DE PUEBLA - MORELOS M_w 7.1

El 19 de septiembre de 2017 a las 18h 14m Tiempo Universal (11h 18m tiempo del Pacífico) fue registrado el sismo de Puebla - Morelos por 34 estaciones de banda ancha, de las cuales 22 son de la RSC (incluyendo estaciones de RESBAN y RESNOM), 3 son del SSN y 9 de SCSN. Este sismo fue registrado también a distancias telesísmicas (~1,900 – 2,500 km). Los sismogramas de este sismo se muestran en la Figura 4. En el caso de este sismo, fue difícil obtener una localización apropiada, sin embargo; se realizó un reporte especial para nuestra página Web y redes sociales. En este reporte gráfico se

publicó la información del sismo reportada por el SSN (localización y magnitud), un mapa de intensidades generado por el USGS y los sismogramas obtenidos en la estación Tepic de la RSC.

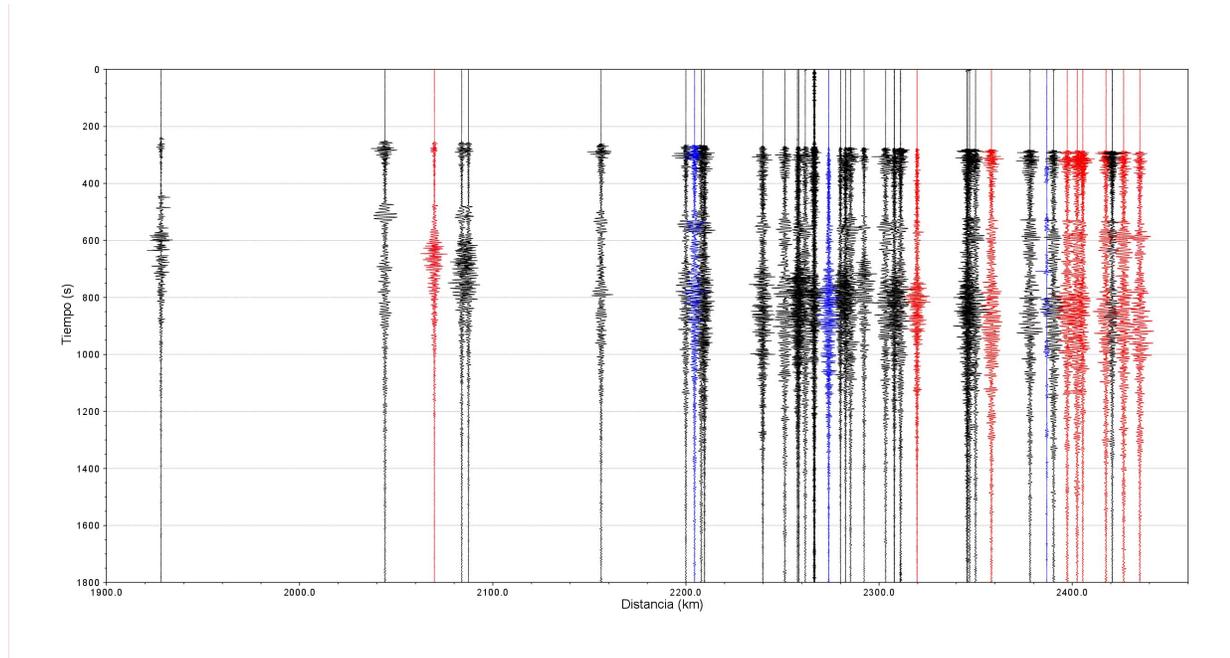


Figura 4. Registros de velocidad de banda ancha (componente vertical) del sismo del 19 de septiembre de 2017, registrado en estaciones de la RSC: RESBAN y RESNOM (trazas negras), del SSN (trazas azules) y de SCSN (trazas rojas).

Registros GPS

Adicionalmente a los sismogramas mostrados, los desplazamientos cosísmicos para este sismo fueron caracterizados por medio de Geodesia Satelital: GPS; utilizando las redes de estaciones geodésicas de TlalocNet e INEGI. El mayor desplazamiento obtenido en la estación GPS-TNAT Puebla, por medio de GPS, fue de ~1.3 cm en dirección NW a ~70 km del epicentro (Figura 5). Estos datos pueden coadyuvar a la estimación de modelo de deslizamiento cosísmico obtenido por medio de datos sismológicos (USGS) y con ello estudiar las características de los sismos intraplaca que ocurren en la región central de México.

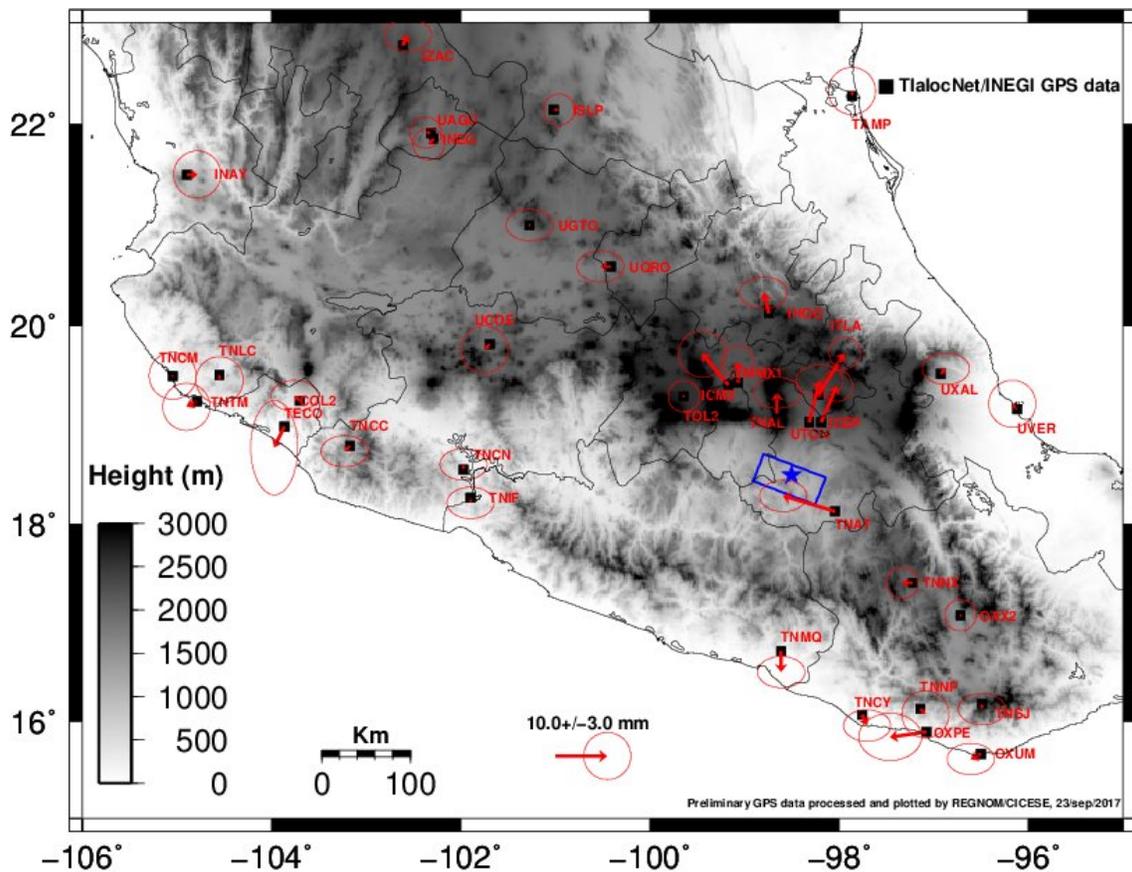


Figura 5. Desplazamientos preliminares horizontales medidos en estaciones GPS cercanos al sismo del 19 de septiembre M_w 7.1. Los desplazamientos cósmicos fueron estimados a partir de soluciones diarias (2 días antes y posteriores a la ocurrencia del evento) usando órbitas rápidas del IGS. La estrella y el rectángulo azules representan el epicentro el epicentro y el modelo de fallas finitas del USGS (regnom.cicese.mx).

COLABORACIÓN CON OTRAS INSTITUCIONES

Además de la colaboración con las instituciones mencionadas, también hemos sido apoyados, por ejemplo, por parte del Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES). Tras la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre, realizamos una solicitud de acelerogramas de algunas estaciones, los cuales fueron recibidos y procesados. Ejemplo del procesamiento efectuado se muestra en la Figura 6, en donde, a partir de datos de aceleración (proporcionados por el CIRES) de la estación ubicada en la Secundaria Técnica No. 14 de la Ciudad de México, se obtuvieron los Volúmenes II y III (series de tiempo de velocidad, desplazamiento y espectros de respuesta). Esta información puede ser útil en el campo de la ingeniería sísmica o la ingeniería estructural.

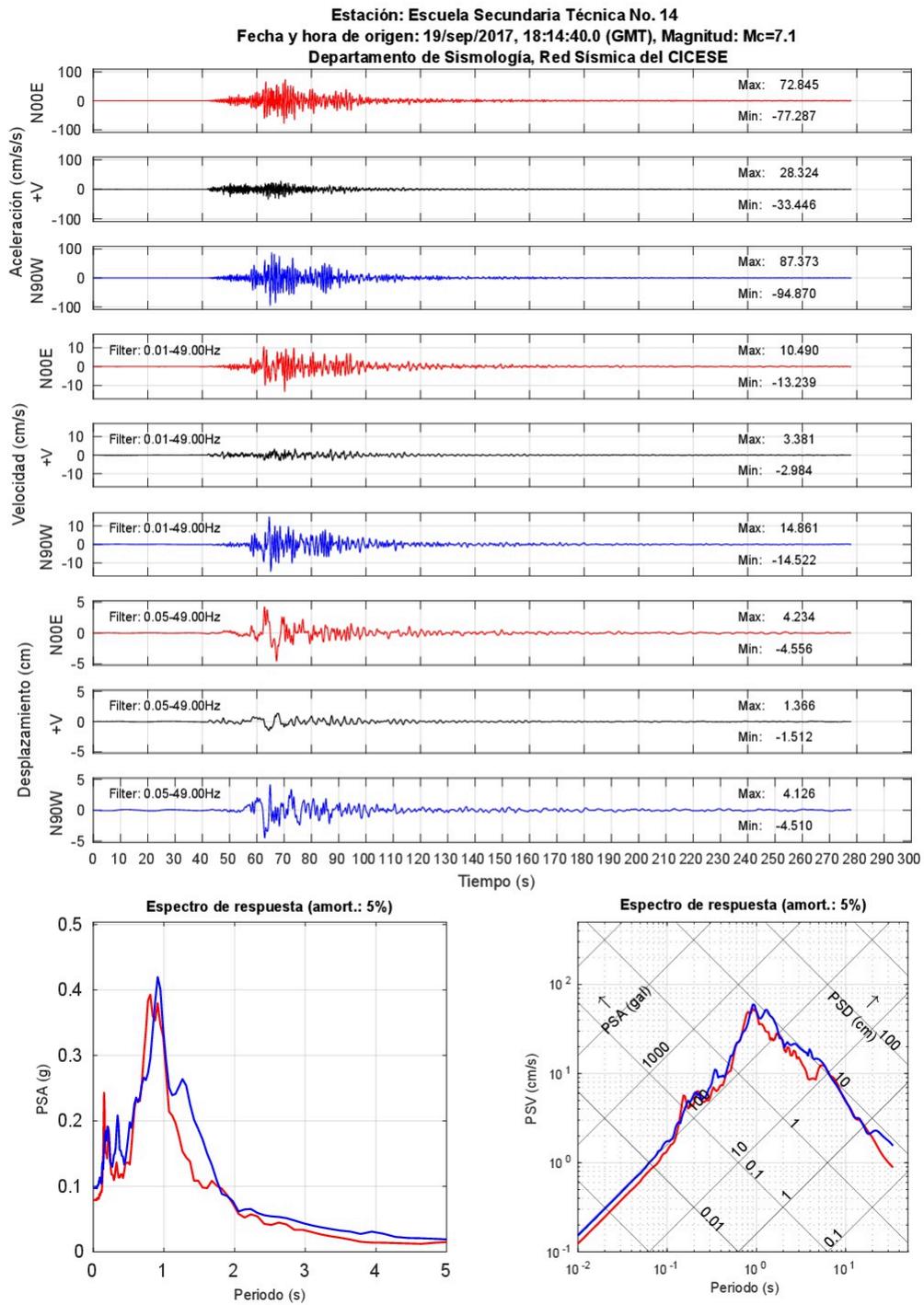


Figura 6. Resultados del procesamiento de datos de aceleración del sismo de Yautepec, Morelos (M_w 7.1) registrado en la Escuela Secundaria Técnica No. 14 de la Ciudad de México. Los acelerogramas fueron proporcionados por el CICES.

FORO: “APRENDIZAJES DE LOS SISMOS DEL 7 Y 19 DE SEPTIEMBRE DE 2017”

Para atender la demanda de información, se organizó en el CICESE el foro mencionado los días 20 y 21 de octubre de 2017. El primer día se abarcó la parte técnica y científica y fue dirigida a estudiantes, científicos en el campo de las geociencias e ingeniería civil. El segundo día fueron sesiones de divulgación y dirigida a público general (niños y adultos), un taller para periodistas y un taller de primeros auxilios (Figura 7). En las sesiones científicas se presentaron 14 ponencias que comprendieron los aspectos generales del sismos del 7 y 19 de septiembre, una descripción de las afectaciones en edificios de la ciudad de México así como en las entidades de Puebla y Morelos. Fueron discutidos resultados preliminares sobre desplazamientos preliminares derivados de datos GPS/InSAR para el sismo de Puebla, resultados de un estudio de Semi-periodicidad de grandes sismos, una comparación entre los sismos del 19 de septiembre de 1985 y del 19 de septiembre de 2017, se planteó la posibilidad de la relación entre los sismos de septiembre de 2017, entre otros. En las sesiones técnicas y de ingeniería, se presentó un sistema de información temprana de la respuesta de un edificio instrumentado y los resultados de un caso de estudio del Puesto Central de Control del Metro de la Ciudad de México. Las siguientes pláticas se enfocaron a la presentación de escenarios sísmicos para las ciudades de Tijuana y Mexicali, Baja California, así como planes de contingencia para evitar las máximo las posibles afectaciones derivadas de un sismo importante.

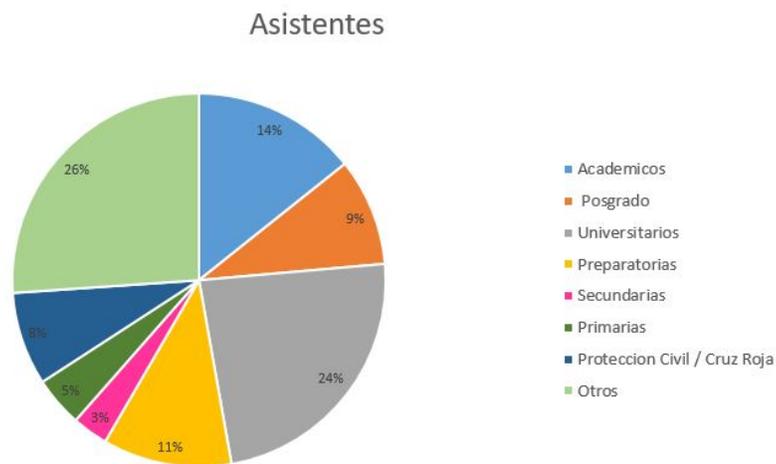


Figura 7. Gráfica que muestra el porcentaje de asistentes (161 incluyendo la sesión técnica y de divulgación) al Foro. Se contó con 19 expositores provenientes de: CICESE, SSN, CENAPRED, Protección Civil del Estado de Baja California, Protección Civil de Tijuana y de Centro de Desastres del Pacifico

REFERENCIAS

Bormann, P. and Saul, J. (2008). The new ISPEI Standard Broad Band Magnitude m_B . GFZ German Research Centre for Geociences, pp 8.

Castro, R. R., Mendoza-Camberos, A. and Pérez-Vertti, A. (2018). The Broadband Seismological Network (RESBAN) of the Gulf of California, Mexico. *Seismological Research Letters* **89:2A**, 338-344.

Pérez-Campos, X., Espíndola, V. H., Pérez, J., Estrada, J. A., Cárdenas Monroy, C., Bello, D., González –López, A., González Ávila, D., Contreras Ruiz Esparza, G. M., Maldonado, R., Tan Y., Rodríguez Rasilla, I., Vela Rosas, M. A., Cruz, J. L., Cárdenas, A., Navarro Estrada, F., Hurtado, A., Mendoza Carvajal, A. de J., Montoya-Quintanar, E., y Pérez Velázquez M. A. (2018). The Mexican National Seismological Service: An Overview. *Seismological Research Letters* **89:2A**, 318-323.

Vidal-Villegas, J. A., Munguía, L., González-Ortega, J., Nuñez-Leal, M. A., Ramírez, E., Mendoza, L., Castro, R. R., and Wong, V. (2018). The Northwest Mexico Seismic Network: Real Time Seismic Monitoring in Northern Baja California and Northwestern Sonora, Mexico. *Seismological Research Letters* **89:2A**, 324-337.