DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE OCEANOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA
CENTRO DE ALERTA DE TSUNAMIS

EVENTO SÍSMICO REGISTRADO EL 23 DE JUNIO DE 2020 EN LA CRUCECITA OAXACA, CON UNA MAGNITUD DE 7.4

TIEMPO DE ORIGEN DEL SISMO: 23 de junio de 2020, 10:29 hrs. "R".
REGIÓN DEL EPICENTRO: 12 km al SE de Crucecita, Oaxaca y 508 km de la Ciudad de México.
LOCALIZACIÓN: 15.68 latitud N y 96.07 longitud W.
PROFUNDIDAD: 20 Km.
MAGNITUD: 7.4
Fuente de información: Servicio Sismológico Nacional.

Resumen

Siendo las 10:29 horas (hora del centro de México) del 23 de junio de 2020, ocurrió un sismo de magnitud 7.4 en la zona continental costera del estado de Oaxaca. (Figura 1). El sismo, fue sentido en los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Michoacán, Jalisco, Querétaro, Morelos, Tabasco, Veracruz, Puebla, Estado de México y en la Ciudad de México[1].

La localización y magnitud indican que se trata de un sismo sin ningún potencial para originar un tsunami destructivo en las costas cercanas al epicentro, sin embargo se estima que existirán variaciones

[1] Fuente: Servicio Sismológico Nacional. | IGEF - UNAM, México. Reporte especial: Sismo del 23 de junio de 2020, Oaxaca (M7.4) Fecha de publicación: 23 de junio de 2020.

del nivel del mar de hasta 0.8 metros en las áreas adyacentes al epicentro del sismo.

Figura 1. Epicentro del Sismo del 23 de junio del 2020. A 12 km al SE de Crucecita, Oaxaca y 508 km de la Ciudad de México (Imagen cortesía del SSN).

Información general.

En lo que se refiere al ambiente tectónico, el sismo del 23 de junio del 2020, de Magnitud 7.4 en la zona costera del estado de Oaxaca, éste ocurrió como resultado de colisión de las placas tectónicas de Cocos y Norteamericana, a una profundidad de aproximadamente 5 km. Las soluciones de los mecanismos focales[2] indican que el terremoto ocurrió en una zona de fallas inversas (Figura 2).

[2] http://geoscope.ipgp.fr/index.php/en/catalog/earthquake-description?seis=us6000ah9t

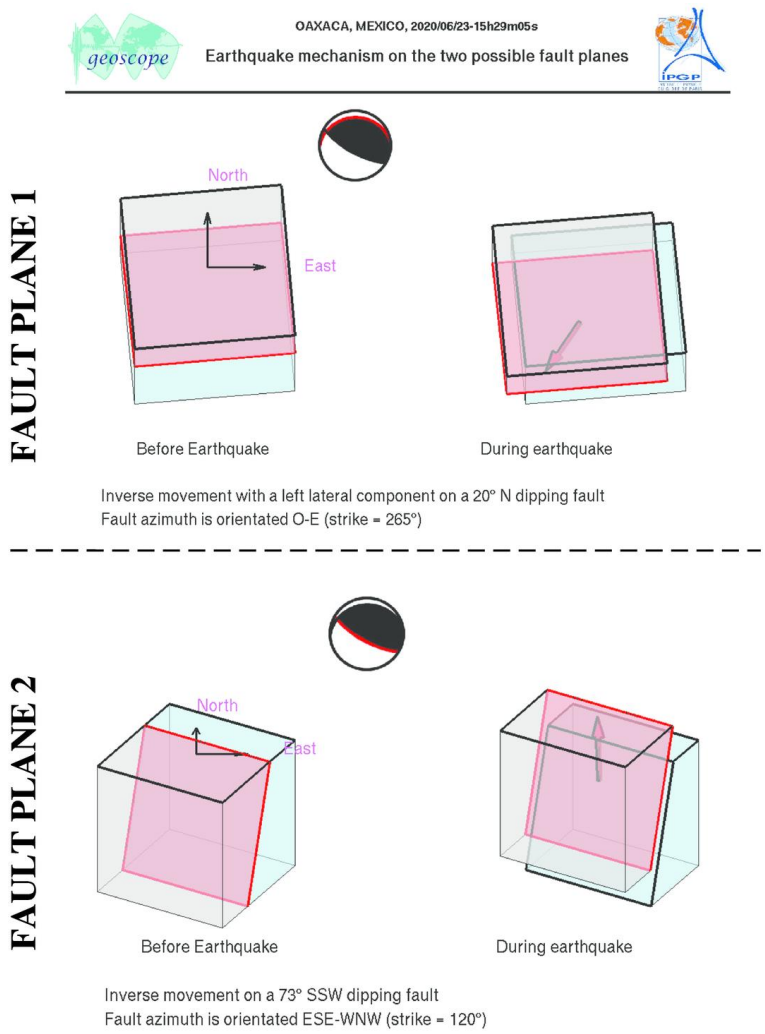


Figura 2. Esta figura ilustra cómo los dos bloques separados por la falla sísmica son desplazados durante el terremoto. Estos movimientos se deducen del mecanismo focal SCARDEC[3], en los dos posibles planos de

[3] El método SCARDEC utiliza las ondas del cuerpo telesísmico para recuperar la profundidad, el mecanismo focal, la magnitud del momento y la función del tiempo fuente de los terremotos con magnitudes mayores a 5.5-6. Los detalles de la metodología se describen en Vallée et al. [2011] y una aplicación para todos los terremotos con una magnitud superior a 6 en el período 1992-2011 se puede encontrar en Vallée [2013]. (1) Vallée, M., J. Charléty, A.M.G. Ferreira, B. Delouis, and J. Vergoz, SCARDEC: a new technique for the rapid determination of seismic moment magnitude, focal mechanism and source time functions for large earthquakes using body wave deconvolution, Geophys. J. Int., 184, 338-358, 2011; y, (2) Vallée, M., Source time function properties indicate a strain drop independent of earthquake depth and magnitude, Nature Communications, doi: 10.1038/ncomms3606, 2013.

falla. Se requiere información adicional (tectónica, mediciones de fallas cercanas) para determinar cuál de estas dos hipótesis corresponde a los movimientos reales durante el terremoto.

En la ubicación de este evento, la Placa de Cocos converge con la Placa de Norteamérica a una velocidad de aproximadamente 76 mm / año en dirección noreste. La placa de Cocos comienza su subducción bajo Centroamérica en la Fosa de la América Central, a unos 300 km al suroeste de este terremoto. La localización, la profundidad y el mecanismo de falla inversa de este terremoto indican que es muy probablemente un evento interplaca, dentro de la Placa de Norteamérica.

México se encuentra en una zona de interacción de 5 placas tectónicas, lo que resulta en una alta sismicidad. Las placas que interaccionan son: La placa de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la placa del Caribe (Figura 3).

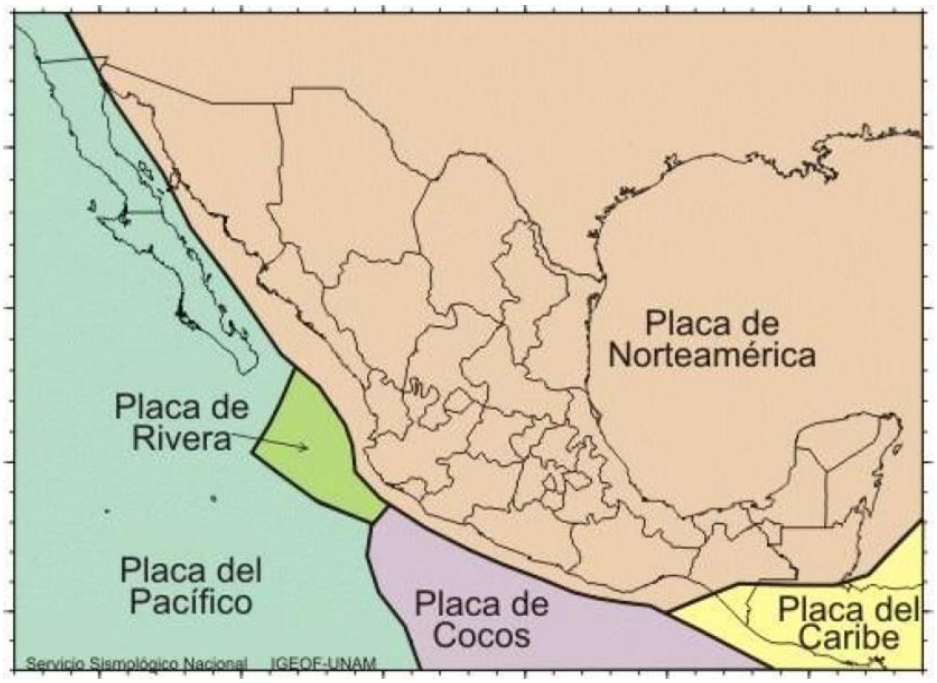


Figura 3. Placas tectónicas que interactúan en territorio mexicano.

La Figura 4 muestra el mapa de movimiento relativo de las placas en México, el riesgo sísmico generalizado (Giardini *et al.*, 1999[4]) y vectores de movimiento relativo de la placa (flechas abiertas con etiquetas; DeMets *et al.* 1994[5]).

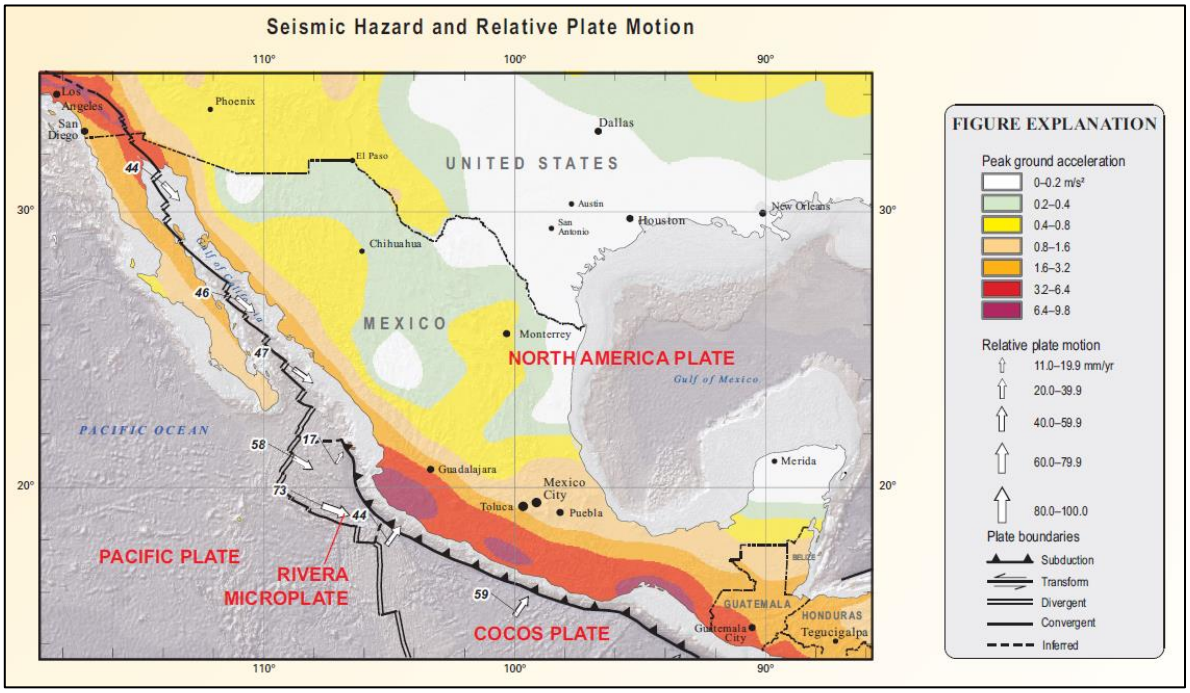


Figura 4. Movimiento relativo de las placas tectónicas que interactúan en México y peligro sísmico[6].

Aunque comúnmente se representan como puntos en los mapas, los terremotos de este tamaño se describen más apropiadamente como

[4] Giardini, D., Grünthal, G., Shedlock, K., Zhang, P., and Global Seismic Hazards Program, 1999, Global Seismic Hazards, Map, last accessed January, 2007 at http://www.seismo.ethz.ch/GSHAP/.

[5] DeMets, Charles, Gordon, R.G., Argus, D.F., and Stein, Seth, 1994, Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal, time scale on estimates of current plate motions: Geophysical Research Letters, v. 21, p. 2191–2194.

[6] U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Seismicity of the Earth 1900–2010. México and Vicinity.

deslizamiento sobre un área de falla más grande. Los eventos de falla inversa del tamaño del terremoto del 23 de junio del 2020 son típicamente alrededor de 90 x 60 km (longitud por ancho) (Figura 5).

En promedio, en México, ocurren 5 sismos de magnitud mayor o igual a 6.5 cada 4 años, que está de acuerdo con los 160 sismos que se reportan en el catálogo para los 100 años de historia sísmica del país. Sismos de menor magnitud ocurren con mayor frecuencia, por ejemplo cada año se registran más de 100 sismos con magnitudes mayores o iguales a Mw 4.5, mientras que se espera un sismo con magnitud mayor o igual a Mw 7.5 cada 10 años. El catálogo del SSN reporta:

Tipo de sismo	Cantidad de sismos
Subducción	78
Profundos	45
Corticales dentro de la placa de Norteamérica	3
En zonas de fractura oceánicas, dorsales, fallas en el norte de Baja California y dentro de la placa del Pacífico	34

Hasta las 05:30 horas del 28 de junio de 2020 se habían registrado 4,221 réplicas, la mayor de magnitud 5.5 a las 21:33 horas.

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[7].

Es importante mencionar que a través de los diferentes medios de comunicación y redes sociales se estuvieron difundiendo imágenes y

[7] Fuente: Servicio Sismológico Nacional. | IGEF - UNAM, México. Reporte especial: Sismo del 23 de junio de 2020, Oaxaca (M7.4) Fecha de publicación: 23 de junio de 2020.

videos de playas supuestamente mexicanas, donde se observa el retiro del nivel del mar, pero desafortunadamente no citan el día, la hora, la localidad, la duración del evento y no se refieren a bancos de nivel de referencia con datos oficiales de elevación del terreno. En este sentido se recomienda discreción al referirse a tales imágenes y videos. Técnica y científicamente son datos que no se pueden utilizar en informes oficiales por carecer de autenticidad, sin embargo tienen gran impacto en la sociedad.

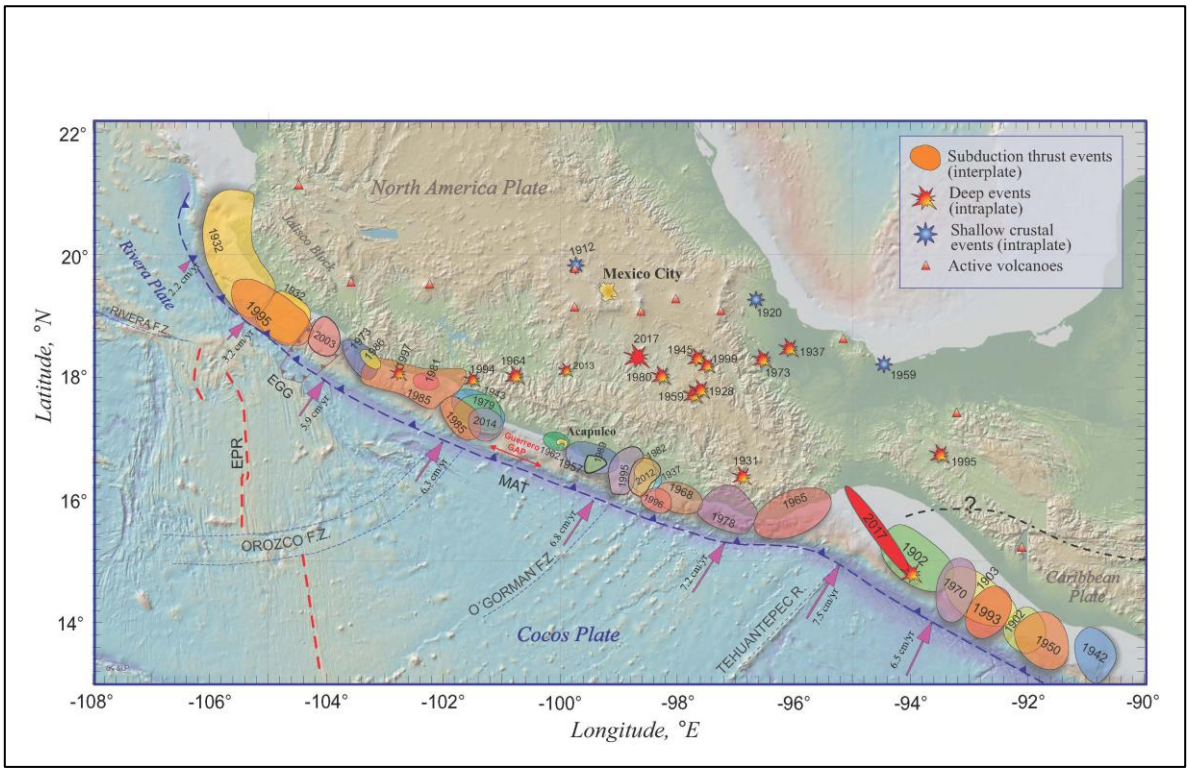


Figura 5. Áreas de ruptura de los sismos más importantes que han ocurrido en México[8]. El epicentro del sismo del 9 de septiembre de 2017 se representa con una elipse alargada de color rojo. Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

Información del Tsunami.

[8] UNAM. Instituto de Geofísica. Cien años de sismicidad en México. Dr. Vladimir Kostoglodov y Dr. Javier Francisco Pacheco.

El CAT emitió 4 boletines para este evento, Informativo (10:36 horas), 2 de Seguimiento (12:35 y 14:08 horas) y 1 de Cancelación a las 15:15 horas.345

El modelo sintetizador de tsunamis que utiliza el CAT para sismos de fallamiento inverso en zona de subducción estableció los siguientes datos de hora de arribo y altura estimada de la ola para el estado de Oaxaca (Tabla 1). Se presenta solo la información para este Estado en razón de ser el más próximo al epicentro.

Con base a la información preliminar del sismo y datos históricos de tsunamis generados en México, se esperaban variaciones anómalas del nivel del mar de hasta 113 centímetros sobre el nivel de la marea en la región de generación del sismo.

En virtud de que la marea para el Pacifico Mexicano se encontraba en bajamar al momento del sismo y considerando que para estas fechas las mareas están en decremento, se recomendó mantener a la población alejada de las playas debido a posible generación de corrientes fuertes, continuar con las precauciones en las entradas de los puertos para las embarcaciones y permanecer pendiente de la información emitida por las autoridades de protección civil de su localidad[9].

Tabla 1. Datos de hora de arribo y altura estimada de la ola para el estado de Oaxaca. Fuente: Modelo Sintetizador de Tsunamis del CAT[10].

Localidad (Estado de Oaxaca)	**Hora estimada de arribo de la ola (hora del centro de México)**	**Altura estimada (metros)**
El Zapotalito	23-Jun-2020 10:47:18	0.22
El Cacalote	23-Jun-2020 10:47:33	0.34
Tilzapote	23-Jun-2020 10:47:33	0.34
Sta. Elena Puertecito	23-Jun-2020 10:47:33	0.34

[9] Boletines de Alerta, Seguimiento y Cancelación del tsunami producido por el sismo Mw 7.4 del 23 de junio del 2020 en las costas de Oaxaca. Centro de Alerta de Tsunamis. México.

[10] Boletines de Alerta y Seguimiento del tsunami producido por el sismo del 23 de junio del 2020 en las costas de Oaxaca. Centro de Alerta de Tsunamis.

Puerto Escondido	23-Jun-2020 10:43:03	0.33
Puerto Ángel	23-Jun-2020 10:32:18	0.16
Huatulco	23-Jun-2020 10:32:03	0.71
El Coyul	23-Jun-2020 10:33:03	1.03
Morro Mazatán	23-Jun-2020 10:54:33	0.28
Salina Cruz	23-Jun-2020 10:57:33	0.26
San Mateo Del Mar	23-Jun-2020 11:06:48	0.26
Santa María Del Mar	23-Jun-2020 11:12:33	0.29
San Dionisio del Mar	23-Jun-2020 11:12:33	0.29
San Francisco Del Mar	23-Jun-2020 11:14:48	0.26
Rancho Salinas	23-Jun-2020 11:29:48	0.35
La Soledad	23-Jun-2020 11:29:48	0.35

Por tratarse de un sismo fuerte localizado cerca de la costa, personal del Centro Operativo del SINAT (CAT), apegándose al protocolo, estableció comunicación satelital con los observadores mareográficos y con personal de guardia de las diferentes Regiones y Partidas Navales entre Acapulco y Salina Cruz, con énfasis en la región de Huatulco, donde hubo reportes que indicaron que se habían observado zonas donde el mar se alejaba de la costa.

Monitoreo del Nivel de Mar

Asimismo se mantuvo monitoreo permanente del Nivel del Mar en la Red Mareográfica del Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis, encontrándose variaciones del nivel del mar de hasta 1.44 metros en la zona de Huatulco.

A continuación se presenta un resumen de las lecturas de diferentes puertos y sus gráficas correspondientes.

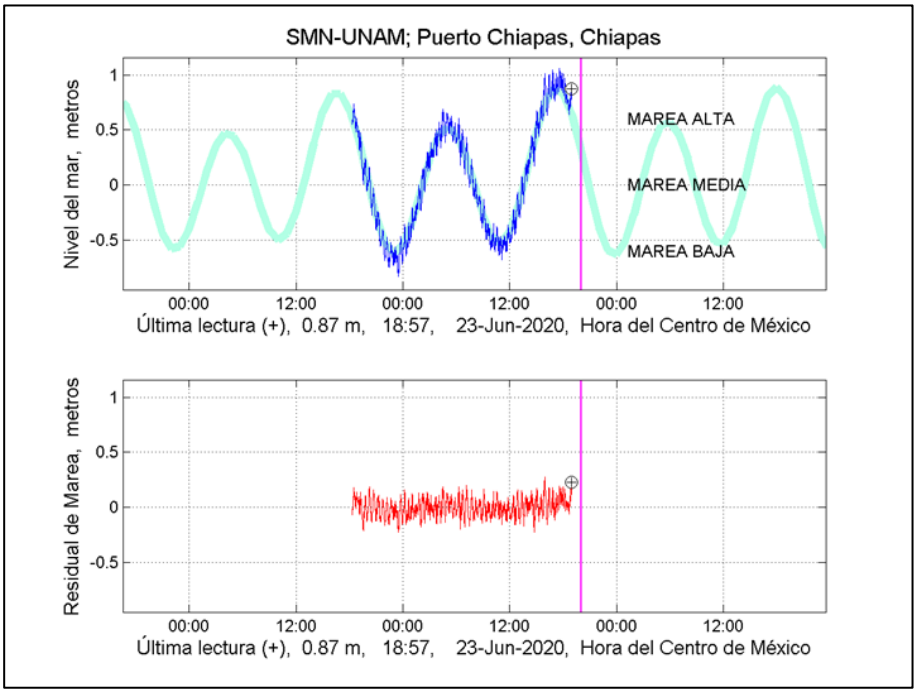
Cabe hacer notar que en una de las gráficas de Huatulco se aprecia el posible movimiento isostático de la placa de Norteamérica durante el sismo del 23 de junio del 2020, lo que amerita un estudio más extenso de este deformación, posiblemente debido al fenómeno de rebote

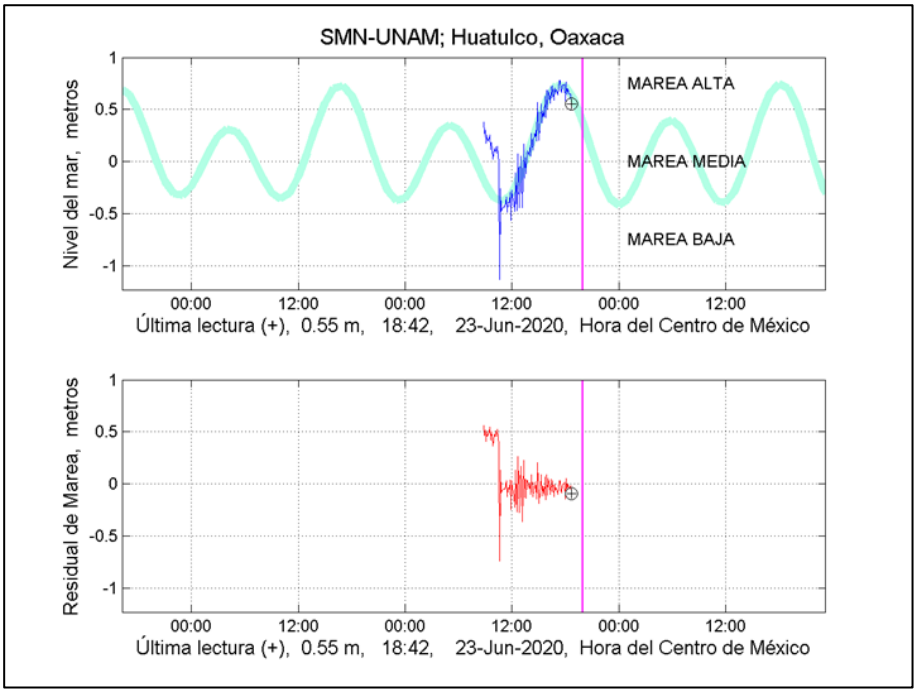
elástico[11] en donde la placa de Cocos al ser subducida por la Norteamericana y liberarse la energía, la placa norteamericana modificaría temporalmente su elevación, dando lecturas mareográficas con una cierta variación en la elevación del terreno, punto que se observa en el mareograma de Huatulco.

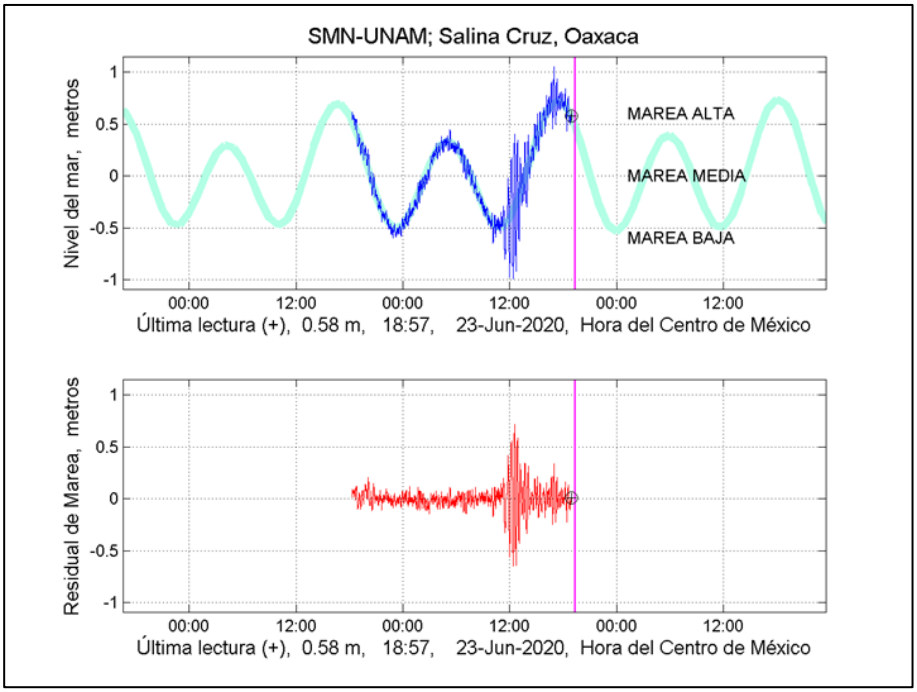
Localidad	Hora local	UTC	Amplitud del tsunami (metros)
Huatulco	10:32:03	15:32:03	0,44667
Puerto Chiapas	11:39:33	16:39:33	0,20000
Acapulco	11:15:33	16:15:33	0,346667
Salina Cruz	10:57:33	15:57:33	0,47500
Isla Clarión	15:57:30	20:57:30	0.00100

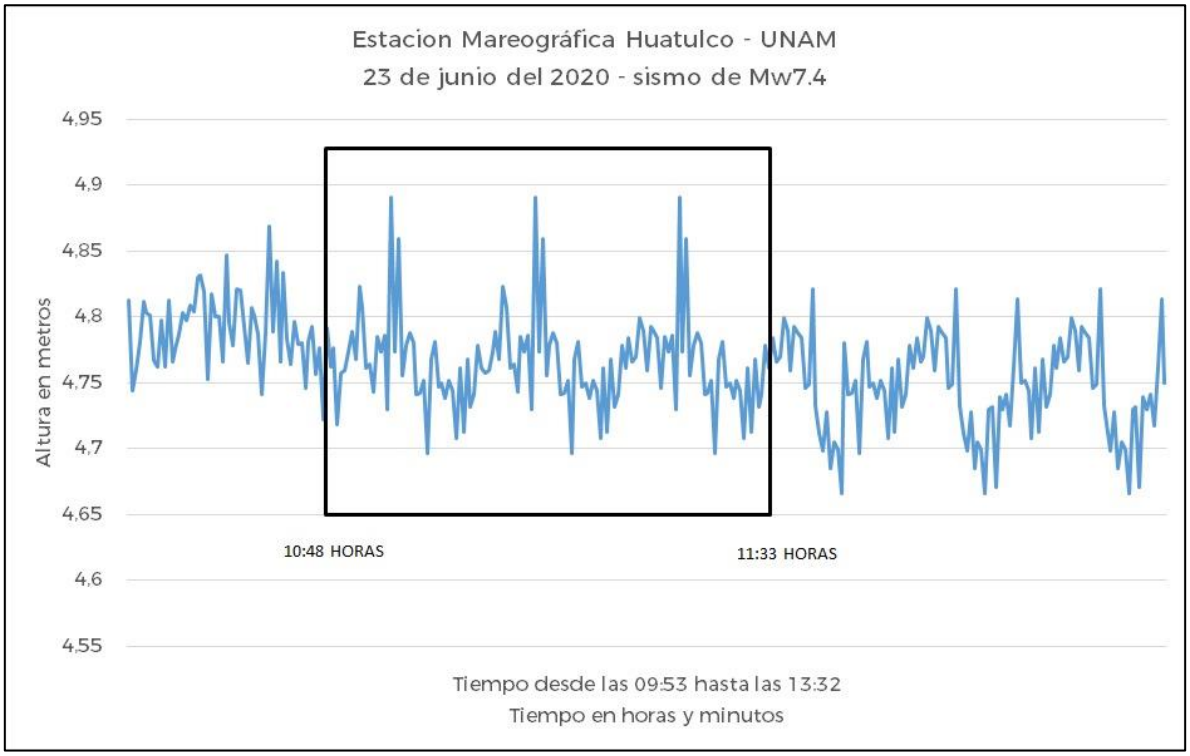
[11] Teoría del rebote elástico: La teoría de la generación de los terremotos que propone que las fallas permanecen fijas mientras se acumulan los esfuerzos lentamente en las rocas vecinas y luego se desplazan de repente, liberando la energía acumulada.

De la Red Mareográfica de la UNAM.

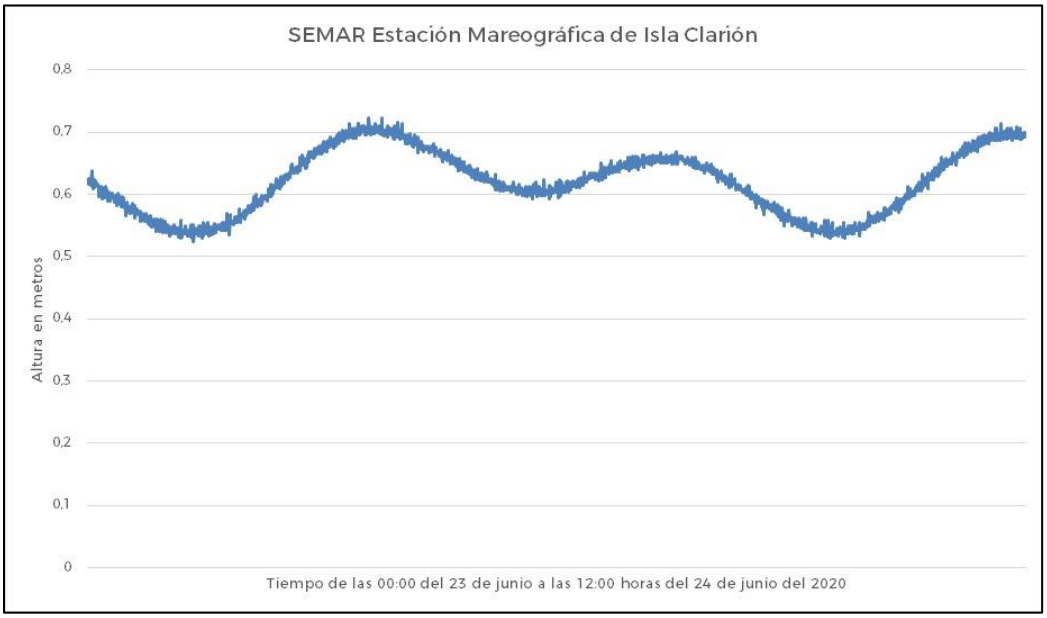


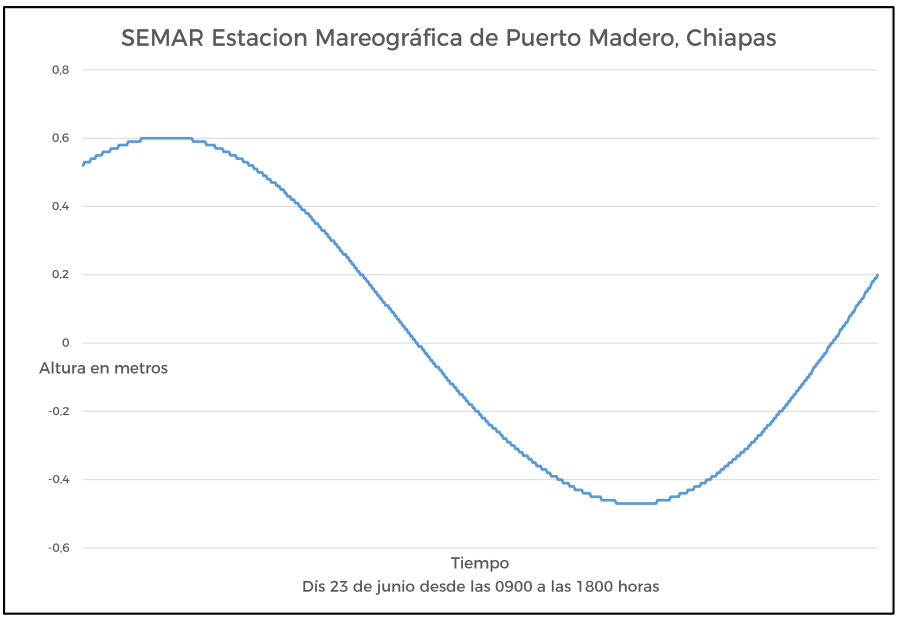


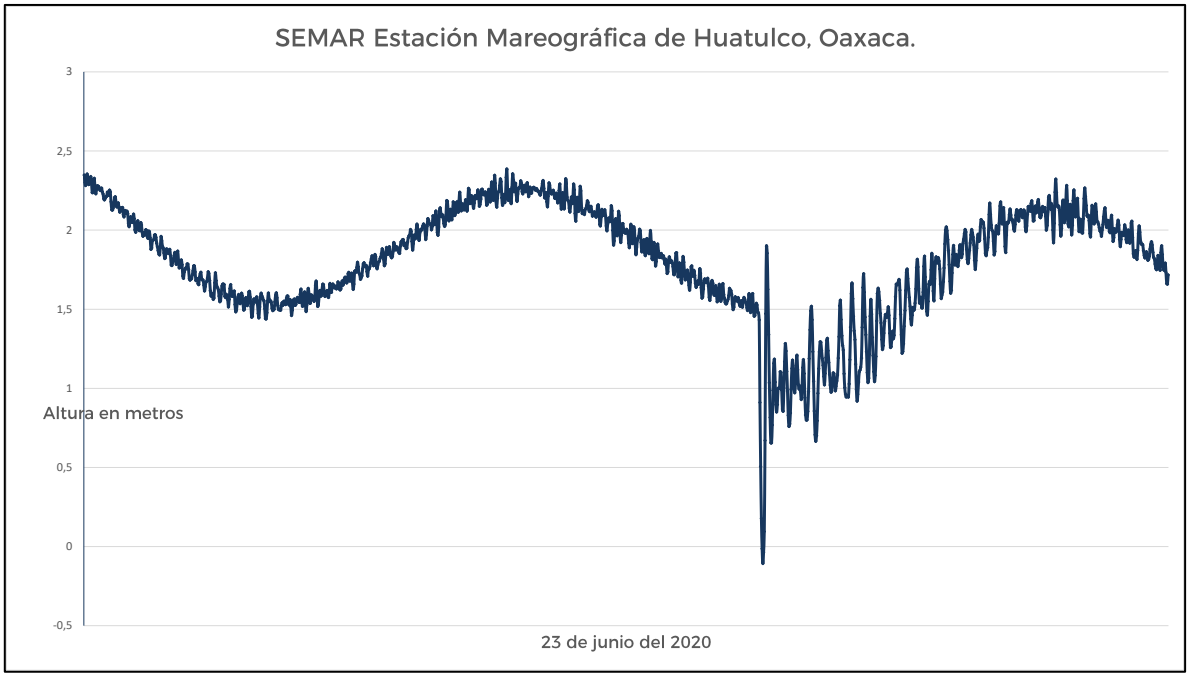

SMN-UNAM; Salina Cruz, Oaxaca
Nivel del mar, metros
MAREA ALTA
MAREA MEDIA
MAREA BAJA
Última lectura (+), 0.58 m, 18:57, 23-Jun-2020, Hora del Centro de México
Residual de Marea, metros
Última lectura (+), 0.58 m, 18:57, 23-Jun-2020, Hora del Centro de México

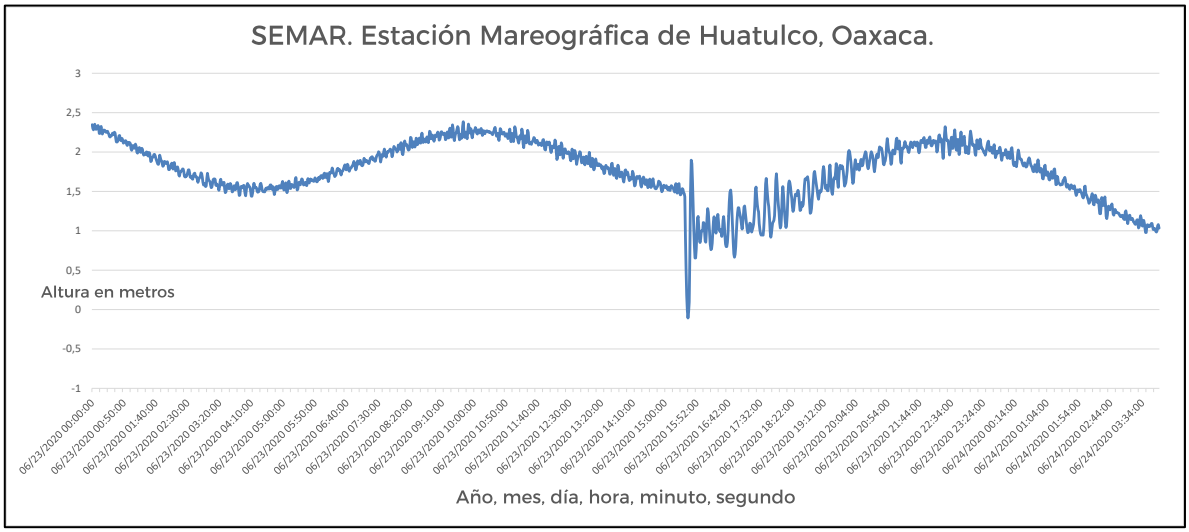

Estacion Mareográfica Huatulco - UNAM
23 de junio del 2020 - sismo de Mw7.4
Altura en metros
10:48 HORAS
11:33 HORAS
Tiempo desde las 09:53 hasta las 13:32
Tiempo en horas y minutos

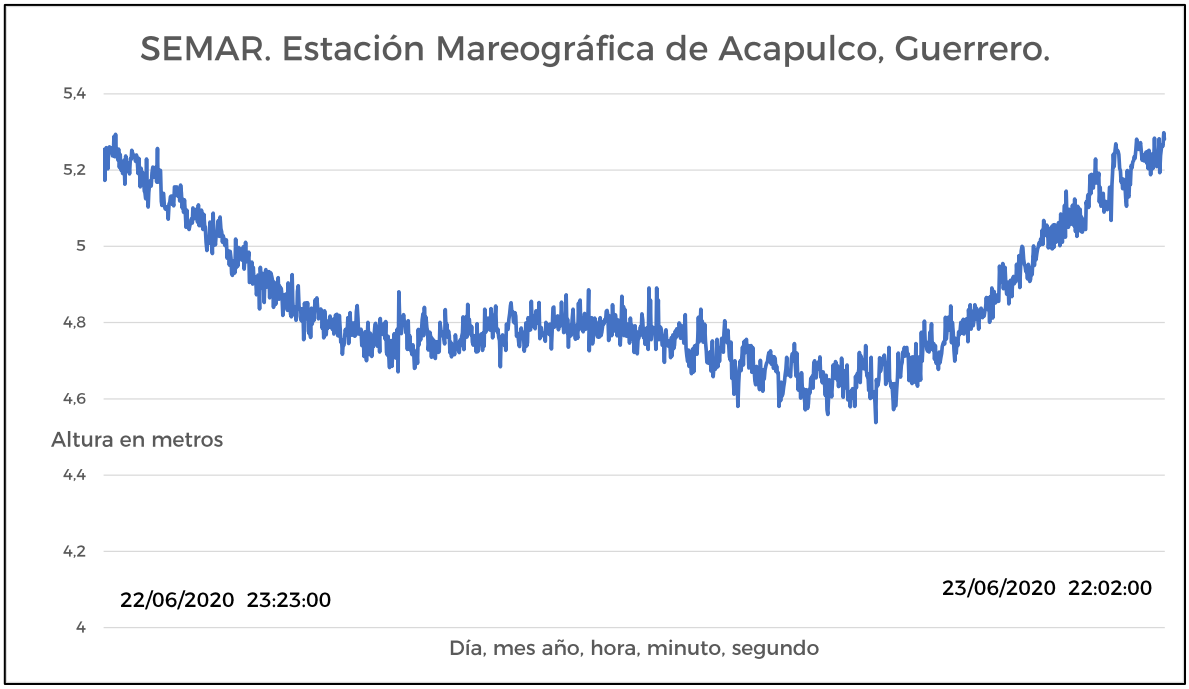
De la Red Mareográfica de la SEMAR.





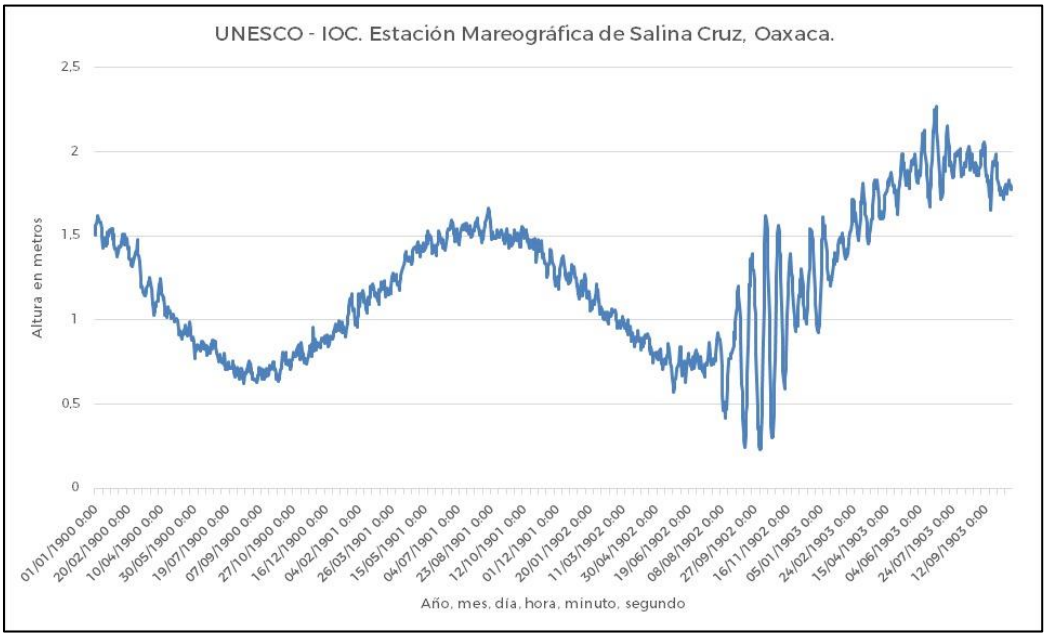

SEMAR Estación Mareográfica de Huatulco, Oaxaca.
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
Altura en metros
23 de junio del 2020

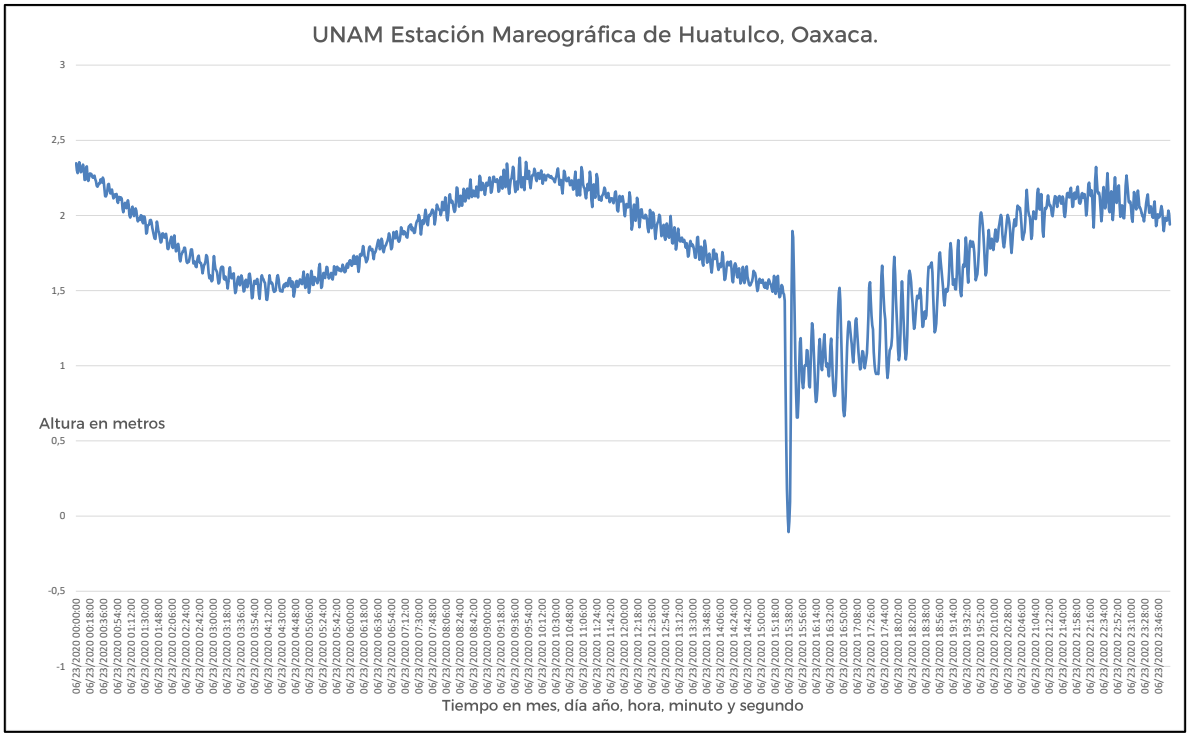

SEMAR. Estación Mareográfica de Huatulco, Oaxaca.
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
-1
Altura en metros
06/23/2020 00:00:00
06/23/2020 00:50:00
06/23/2020 01:40:00
06/23/2020 02:30:00
06/23/2020 03:20:00
06/23/2020 04:10:00
06/23/2020 05:00:00
06/23/2020 05:50:00
06/23/2020 06:40:00
06/23/2020 07:30:00
06/23/2020 08:20:00
06/23/2020 09:10:00
06/23/2020 10:00:00
06/23/2020 10:50:00
06/23/2020 11:40:00
06/23/2020 12:30:00
06/23/2020 13:20:00
06/23/2020 14:10:00
06/23/2020 15:00:00
06/23/2020 15:52:00
06/23/2020 16:42:00
06/23/2020 17:32:00
06/23/2020 18:22:00
06/23/2020 19:12:00
06/23/2020 20:04:00
06/23/2020 20:54:00
06/23/2020 21:44:00
06/23/2020 22:34:00
06/23/2020 23:24:00
06/24/2020 00:14:00
06/24/2020 01:04:00
06/24/2020 01:54:00
06/24/2020 02:44:00
06/24/2020 03:34:00
Año, mes, día, hora, minuto, segundo



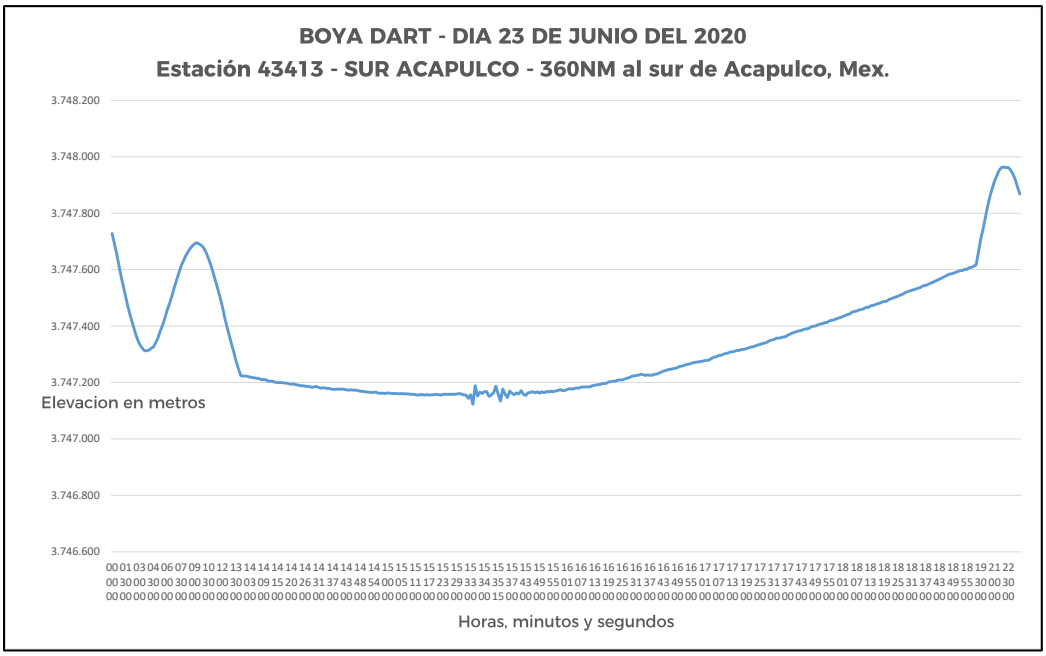
De la Red Mareográfica de la UNESCO-COI.

UNESCO - IOC. Estación Mareográfica de Puerto Madero, Chiapas
Altura en metros
Año, mes, día, hora, minuto, segundo


UNESCO - IOC. Estación Mareográfica de Salina Cruz, Oaxaca.
Altura en metros
Año, mes, día, hora, minuto, segundo



Boya D.A.R.T. a 360 km al sur de Acapulco, Gro.



Conclusiones

Se observaron variaciones del nivel del mar de hasta 0.40 metros en diferentes puertos del Pacífico Mexicano (Huatulco y Salina Cruz) y de hasta 1 centímetro en la Boya DART ubicada a más de 300 km al sur de Acapulco, ocasionadas por el sismo de magnitud 7.4 en las costas de Oaxaca, México; permanecerá un seguimiento del evento por el Centro Operativo del SINAT (CAT).

Ciudad de México, 28 de junio del 2020.