

SISTEMA DE ALERTA ANTE TSUNAMI

Norwin Acosta

Especiales en Tsunami y Riesgo Sísmico

Tsunami de campo lejano

Cuando un tsunami viaja una gran distancia a través de los océanos, se debe considerar la esfericidad de la Tierra para determinar los efectos del tsunami sobre una costa lejana. Las ondas que divergen cerca de su origen, convergerán nuevamente en un punto ubicado en el lado opuesto del océano. Un ejemplo de esto fue el tsunami de 1960, cuyo origen estuvo en la costa Sur de Chile, en latitud $39,5^{\circ}$ S, y longitud $74,5^{\circ}$ W. La costa de Japón está entre las latitudes 30° y 45° N y longitudes entre 135° y 140° E, una diferencia de 145 a 150 grados de longitud desde el área origen. Como resultado de la convergencia de rayos sin refractar, la costa de Japón sufrió daños importantes y ocurrieron muchas muertes. La figura siguiente ilustra la convergencia de los rayos de las ondas de tsunami, debida a la esfericidad de la Tierra.



Convergencia de los rayos de ondas del tsunami generado por el terremoto de Valdivia (Chile) en 1960 Mw 9.5.

Tsunamis Regionales:

- Si el lugar de arribo en la costa está a no más de 1000 km de distancia de la zona de generación, o a pocas horas de tiempo de viaje desde esa zona.

TSUNAMIS DE CAMPO CERCANO

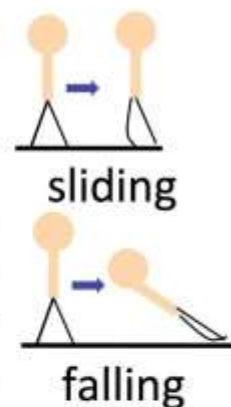
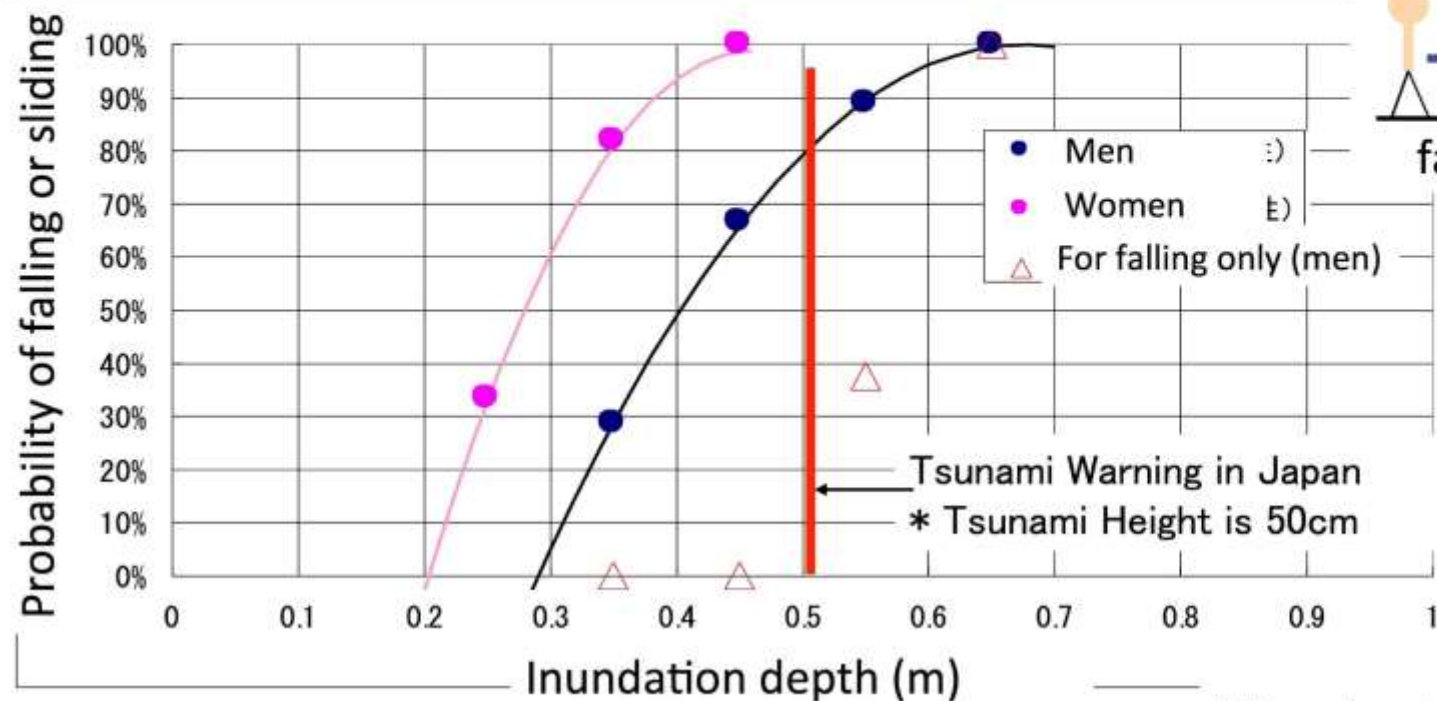
- Durante la ocurrencia de un tsunami local, sus efectos son producidos muy poco después que terminan los efectos del fenómeno que produjo el tsunami (terremoto, erupción volcánica submarina o derrumbe). Se han observado lapsos tan pequeños como dos minutos entre la ocurrencia del terremoto y la llegada del tsunami a la costa más cercana. Por esta razón, los sistemas de alarma de tsunami son inútiles en este, tipo de evento, y no debemos esperar instrucciones provenientes desde un sistema establecido para reaccionar y ponernos a salvo del impacto del posible tsunami. Esta incapacidad operativa de los sistemas de alarma de tsunami se ve aumentada más aún por el colapso de los sistemas y las comunicaciones generado por el terremoto local. Por esta razón, es necesario planificar en forma previa las reacciones personales pertinentes para mantenerse fuera de la zona de impacto del tsunami.

Área de Monitoreo y Área de Servicio

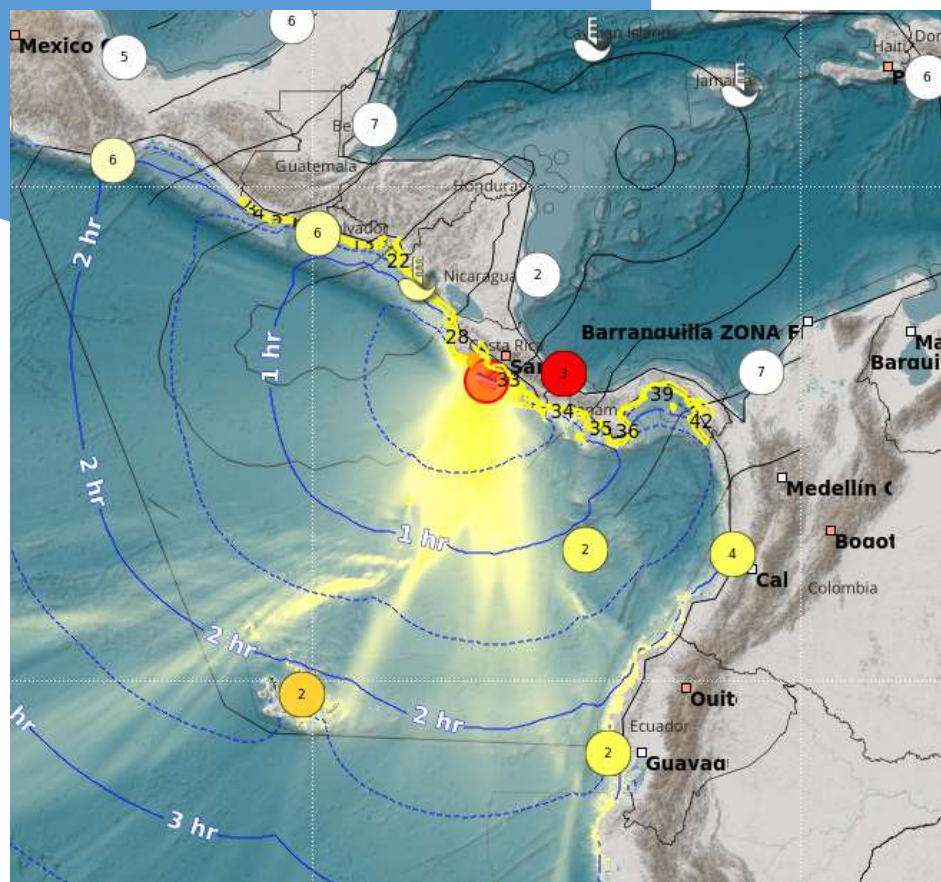


Efectos – en las personas

Preliminary Results:
Probability of falling or sliding
=> lose balance at 0.3 m (1 ft) depth



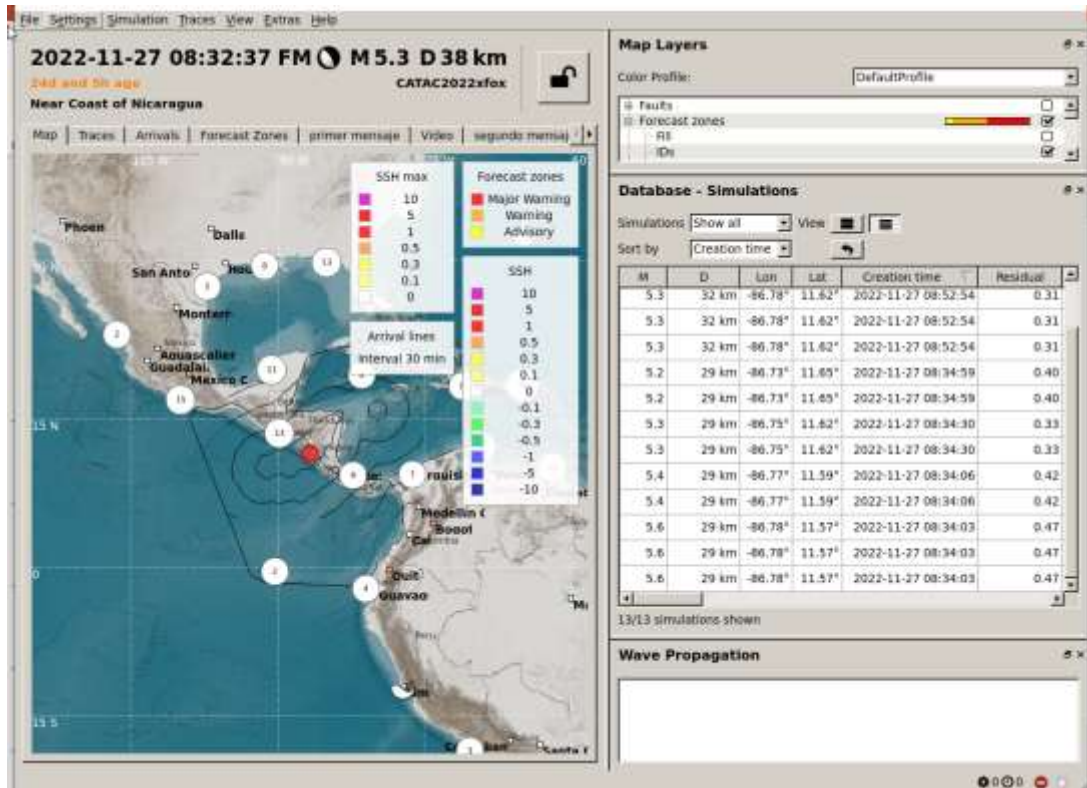
Aviso de posibilidad de Tsunami



::::CATAC::::::::::CATAC::::::::::CATAC::::::::::CATAC::::::::::CATAC::::

Magnitud : 7.4 M
Fecha : 15/12/2022
Hora : 14:31:08 UTC
Hora Local : 2022-12-15 14:31:08
Latitud : 9.17 N
Longitud : 84.66 W
Profundidad : 5 Km
ID del Evento : CATAC2022ymxu
Ubicación : Costa Rica

Simulacion en tiempo real



Simulation Setup@tsunami

General

Patches - provide source patches

Depth:

Fault plane:

Strike, dip, rake:

Strike align:

Dip align:

Patch length:

Available patches: 1/1

Simulations

Mensaje de aviso

2022-12-15 14:31:08

M 7.4 D 5 km

Costa Rica

CATAC2022ymxu

Map

Traces

Arrivals

Forecast Zones

primer mensaje

Video

segundo mensaje

catac mensaje 2

mensaje ingles

Template CATAC

::::CATAC::::CATAC::::CATAC::::CATAC::::CATAC::::

Magnitud : 7.4 M

Fecha : 15/12/2022

Hora : 14:31:08 UTC

Hora Local : 2022-12-15 14:31:08

Latitud : 9.17 N

Longitud : 84.66 W

Profundidad : 5 Km

ID del Evento : CATAC2022ymxu

Ubicación : Costa Rica

Evaluación:

EXISTE LA POSIBILIDAD DE UN TSUNAMI EN LAS SIGUIENTES AREAS:

Tiempo Arribo	Estado	Altura	País	Ubicación
2022-12-15 18:32:38	Amenaza	0.71	COSTA RICA	, ISLA DE CAND
2022-12-15 17:57:08	Amenaza	0.61	COSTA RICA	, ISLA TORTUGA
2022-12-15 16:34:08	Amenaza	0.52	COSTA RICA	, PUNTARENAS

::::CATAC::::CATAC::::CATAC::::CATAC::::CATAC::::

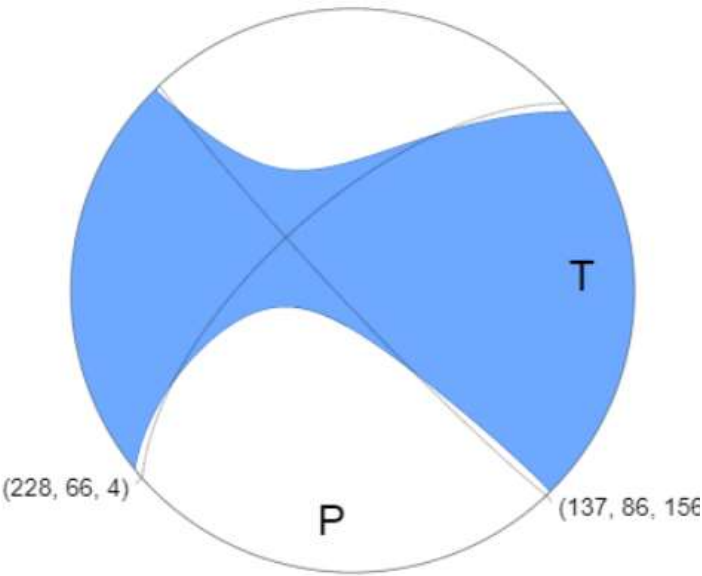
☐ Test mode

Disseminate

Tensor de momento

Moment Tensor (TMTS)

Moment	4.918e+18 N-m
Magnitude	6.39
Depth	8.0 km
Percent DC	74%
Half Duration	-
Catalog	CI
Data Source	CI ⁵
Contributor	CI ⁵



Nodal Planes

Plane	Strike	Dip	Rake
NP1	228°	66°	4°
NP2	137°	86°	156°

Principal Axes

Axis	Value	Plunge	Azimuth
T	4.545e+18 N-m	20°	90°
N	0.676e+18 N-m	65°	308°
P	-5.221e+18 N-m	14°	185°

TOAST@tsunami

File Settings Simulation Traces View Extras Help

2022-12-05 21:20:24

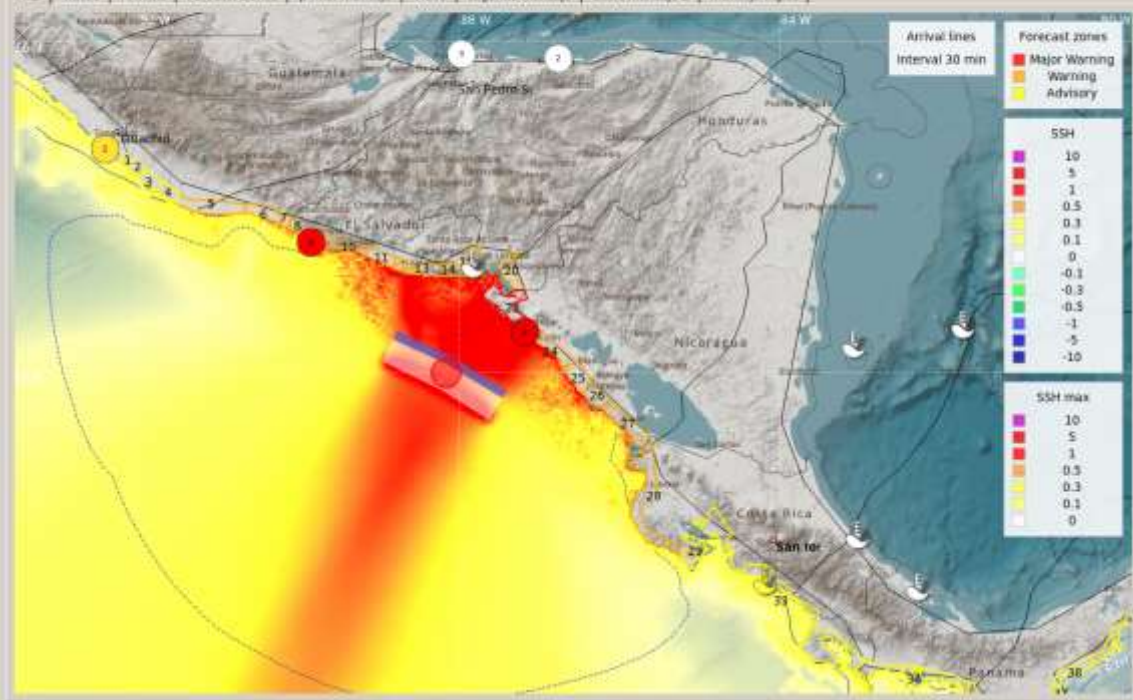
13d and 17h ago

Off Coast of Central America

M 8.0 D 20 km

toast2022xybwxx

Map Traces Arrivals Forecast Zones primer mensaje Video segundo mensaje catac mensaje 2 mensaje ingles



File Settings Simulation Traces View Extras Help

2022-12-05 21:20:24

13d and 17h ago

Off Coast of Central America

M 8.0 D 20 km

toast2022xybwxx

Map Traces Arrivals Forecast Zones primer mensaje Video segundo mensaje catac mensaje 2 mensaje ingles

Template CATAC

...CATAC...CATAC...CATAC...CATAC...CATAC...

Magnitud : 8.0 M
Fecha : 05/12/2022
Hora : 21:20:24 UTC
Hora Local : 2022-12-05 21:20:24
Latitud : 11.99 N
Longitud : 88.17 W
Profundidad : 20 Km
ID del Evento : toast2022xybwxx

Ubicación : Off Coast of Central America

Evaluación:

EXISTE LA POSIBILIDAD DE UN TSUNAMI EN LAS SIGUIENTES ÁREAS:

Tiempo Arribo	Estado	Altura	País	Ubicación
2022-12-05 22:19:24	Amenaza	3.22	NICARAGUA	CHINANDEGA
2022-12-05 22:21:24	Amenaza	2.43	EL SALVADOR	SAN MIGUEL
2022-12-05 22:10:24	Amenaza	2.42	EL SALVADOR	USulutlan
2022-12-05 22:09:24	Amenaza	2.29	NICARAGUA	LEON
2022-12-05 22:46:24	Amenaza	2.29	EL SALVADOR	CONCHAGUITA
2022-12-05 22:12:24	Amenaza	2.18	NICARAGUA	MANAGUA
2022-12-05 22:36:24	Amenaza	2.03	EL SALVADOR	MEANGUERA DEL GOLFO
2022-12-05 22:22:24	Amenaza	2.01	EL SALVADOR	SAN VICENTE
2022-12-05 22:32:54	Amenaza	1.93	EL SALVADOR	LA UNION
2022-12-05 22:35:24	Amenaza	1.74	NICARAGUA	FARALLONES DE COSIGUINA
2022-12-05 22:24:54	Amenaza	1.66	EL SALVADOR	LA PAZ
2022-12-05 22:54:54	Amenaza	1.59	HONDURAS	ISLA DEL TIGRE
2022-12-05 23:12:54	Amenaza	1.48	HONDURAS	CHOLUTEC
2022-12-05 22:18:54	Amenaza	1.45	NICARAGUA	CARAZO
2022-12-05 22:13:54	Amenaza	1.30	EL SALVADOR	LA LIBERTAD
2022-12-05 22:15:24	Amenaza	1.16	NICARAGUA	RIVAS
2022-12-05 22:16:54	Amenaza	1.00	EL SALVADOR	SONSONATE
2022-12-05 01:37:54	Amenaza	0.93	GUATEMALA	JUTIAPA
2022-12-05 23:06:54	Amenaza	0.89	EL SALVADOR	AHUACHAPAN
2022-12-05 01:28:54	Amenaza	0.83	COSTA RICA	GUANACASTE
2022-12-05 22:24:24	Amenaza	0.69	COSTA RICA	ISLA DEL COCO
2022-12-05 22:25:54	Amenaza	0.53	GUATEMALA	CANTABRICA

Test mode

Disseminate

Ready

Correo Electronico

The screenshot shows a Gmail interface with a dark sidebar on the left. The sidebar contains a search bar with the text "toast", a "Redactar" button, and a list of folders: Recibidos (8,495), Destacados, Pospuestos, Importantes, Enviados, Borradores (189), and Categorías. Below these are Social (1,269), Notificaciones (4,855), Foros (15), Promociones (4,992), and Más. At the bottom of the sidebar are labels: [imap]/Borradores, [imap]/Enviados, and [imap]/Sent.

The main content area shows an email from "sismologia@ineter.gob.ni" to "para Undisclosed". The subject is "TOAST bulletin for event: toast2022sqbmsn". The email is dated "13 dic 2022, 10:26 (hace 8 días)". The body of the email contains the following text:

-----CATAC-----CATAC-----CATAC-----CATAC-----CATAC-----
Magnitud : 7.8 M
Fecha : 21/09/2022
Hora : 16:50:55 UTC
Hora Local : 2022-09-21 16:50:55
Latitud : 9.68 N
Longitud : 80.09 W
Profundidad : 60 Km
ID del Evento : toast2022sqbmsn

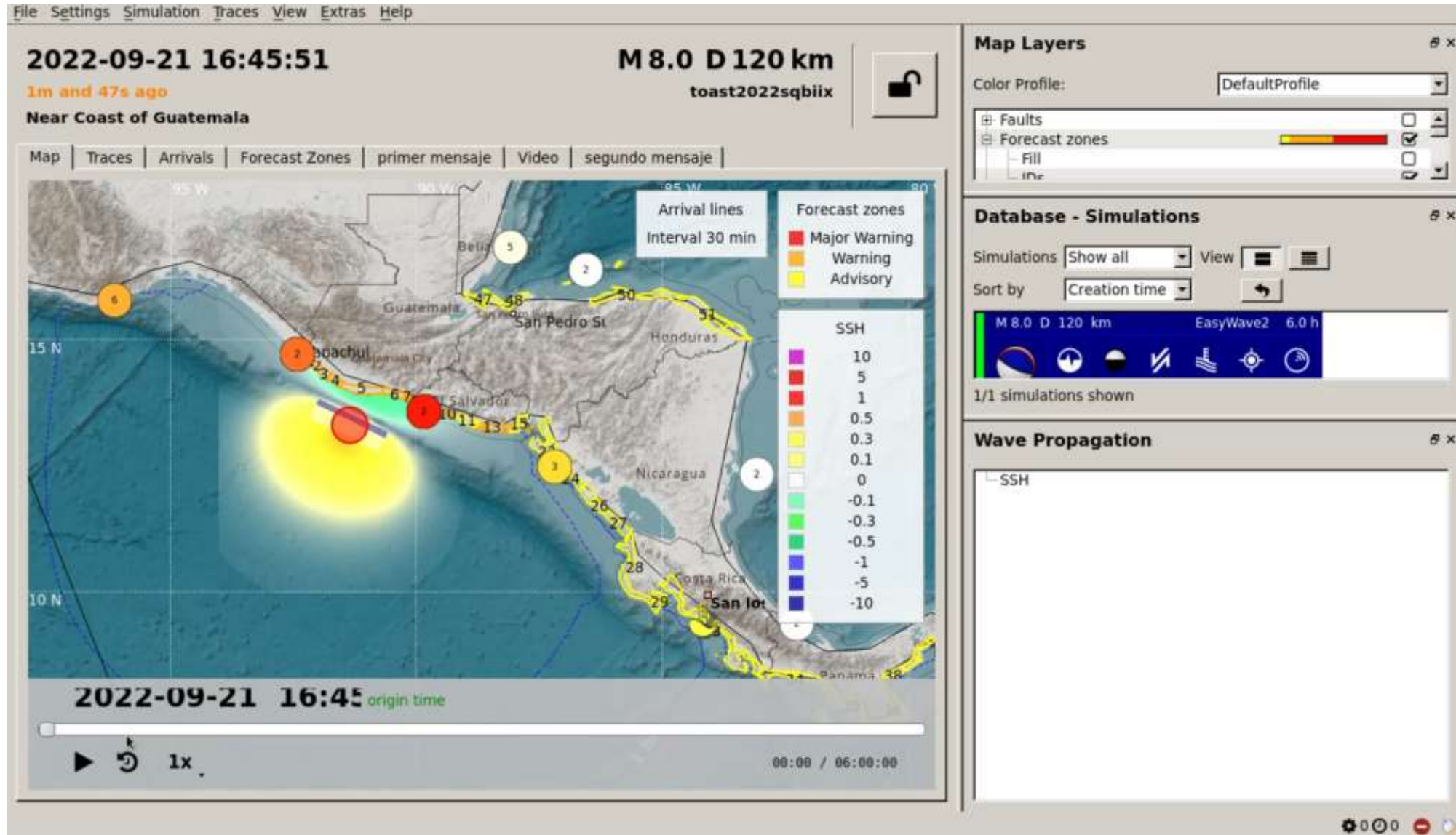
Ubicación : Panama

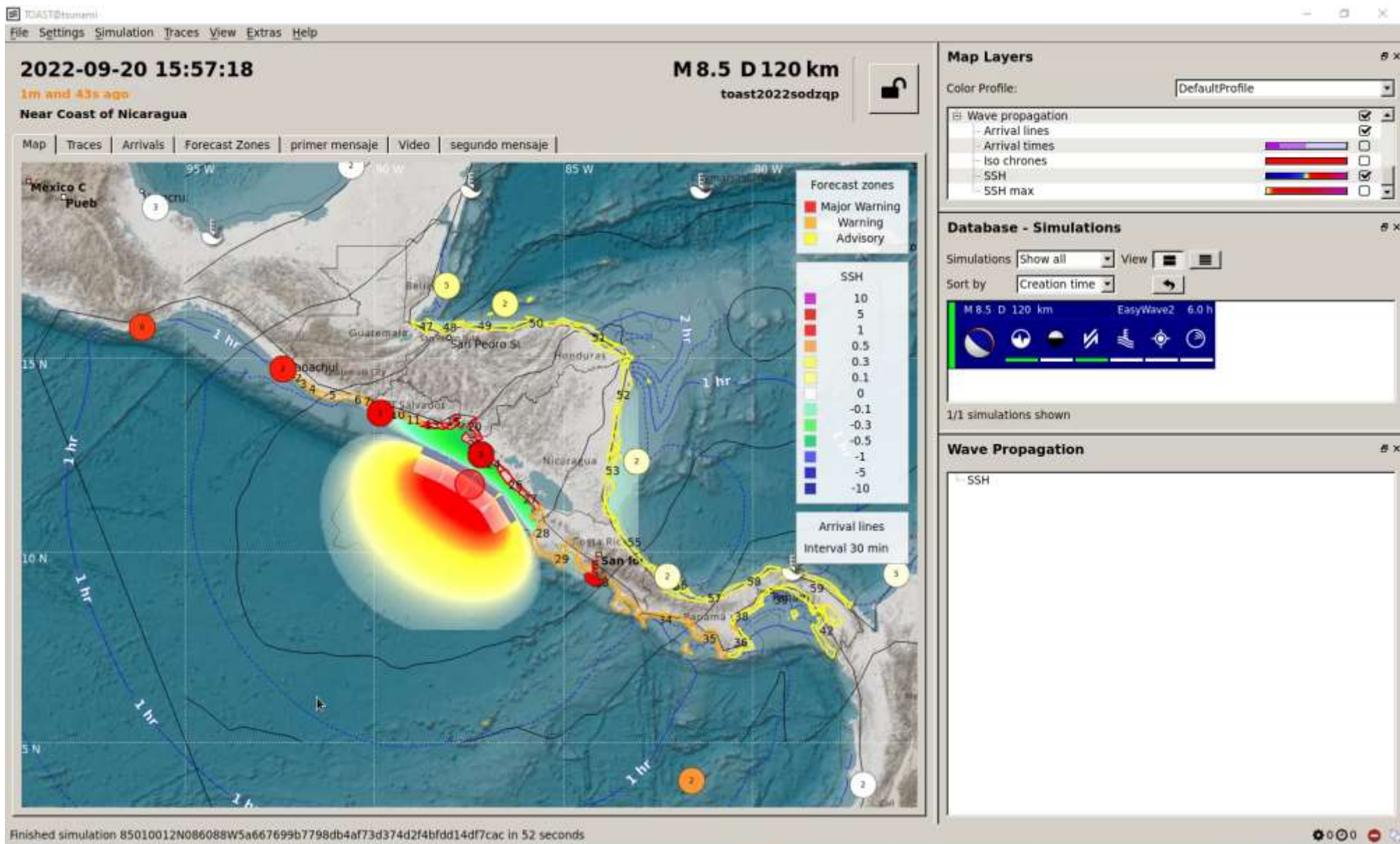
Evaluación:

EXISTE LA POSIBILIDAD DE UN TSUNAMI EN LAS SIGUIENTES ÁREAS:

Tiempo Arribo	Estado	Altura	País	Ubicación
2022-09-21 17:01:25	Amenaza	1.50	PANAMA	COLON
2022-09-21 19:50:55	Amenaza	1.06	PANAMA	VERAGUAS-CARIBE
2022-09-21 20:26:25	Amenaza	0.66	NICARAGUA	SAN JUAN DE NICARAGUA
2022-09-21 19:03:55	Amenaza	0.61	COSTA RICA	LIMON

Propagación de un Tsunami





2022-09-21 16:50:55

1m and 22s ago

Panama

M 7.8 D 60 km

toast2022sqbmsn



Map Traces Arrivals Forecast Zones primer mensaje Video segundo mensaje



2022-09-21 16:50 origin time

00:00 / 06:00:00

Map Layers

Color Profile: DefaultProfile

- ☒ Faults
- ☒ Forecast zones
- ☐ Fill
- ☐ IDs

Database - Simulations

Simulations Show all View

Sort by Creation time

M 7.8 D 60 km EasyWave2 6.0 h

1/1 simulations shown

Wave Propagation



TDAST@tsunami

File Settings Simulation Traces View Extras Help

2021-03-04 19:28:31

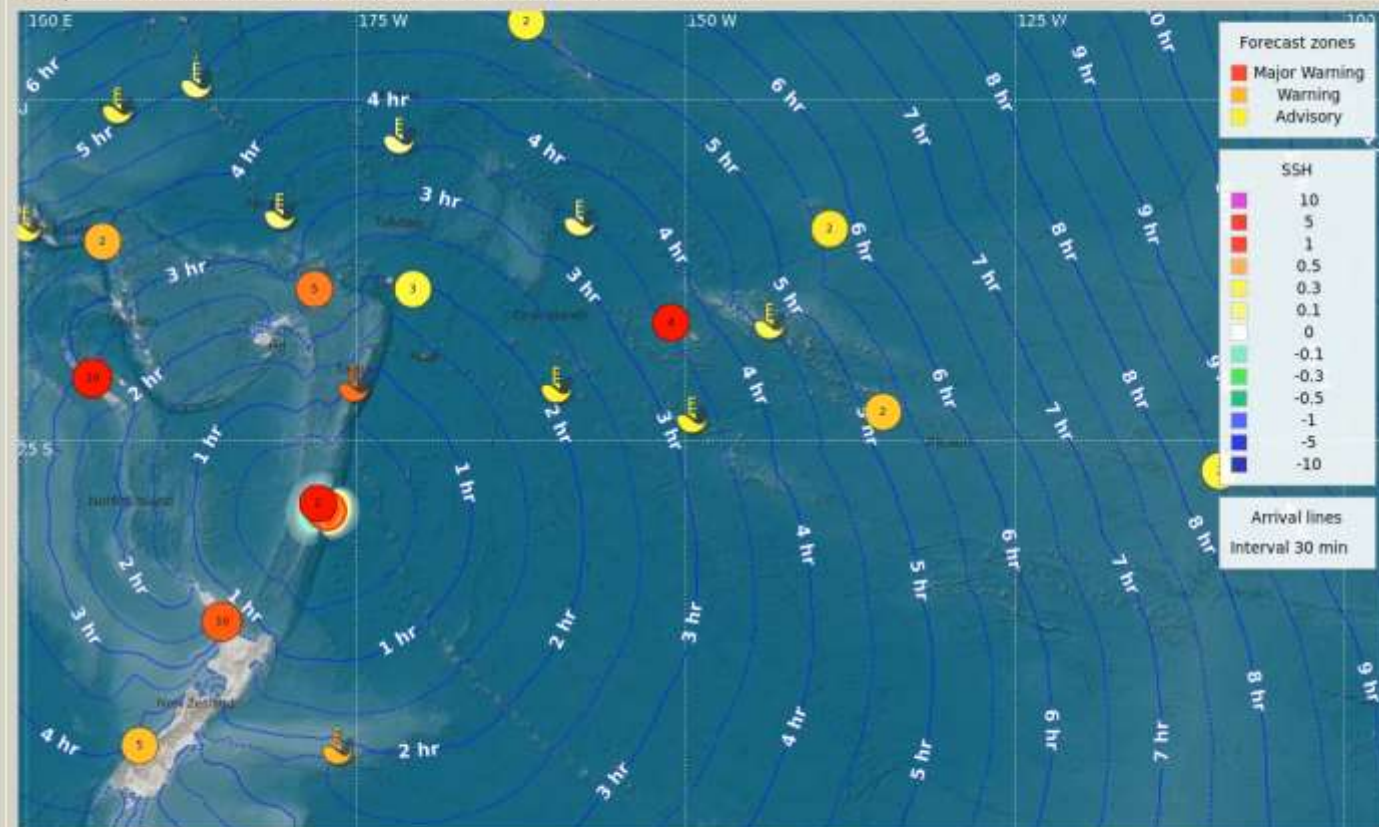
103d and 0h ago

Kermadec Islands, New Zealand

M 8.1 D 19 km

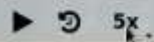
toast2021elnpyv

Map Traces Arrivals Forecast Zones primer mensaje Video segundo mensaje



2021-03-04 19:28

origin time



00:00 / 20:00:00

Map Layers

Color Profile: DefaultProfile

- Points
 - IDs
- GPS
- Legends
- POIs
 - Cluster
 - Names
- Rupture area
- Wave propagation
 - Arrival lines
 - Arrival times
 - Iso chrones
 - SSH
 - SSH max

Database - Simulations

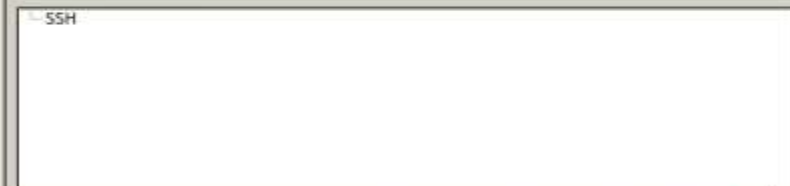
Simulations: Show all View

Sort by: Creation time



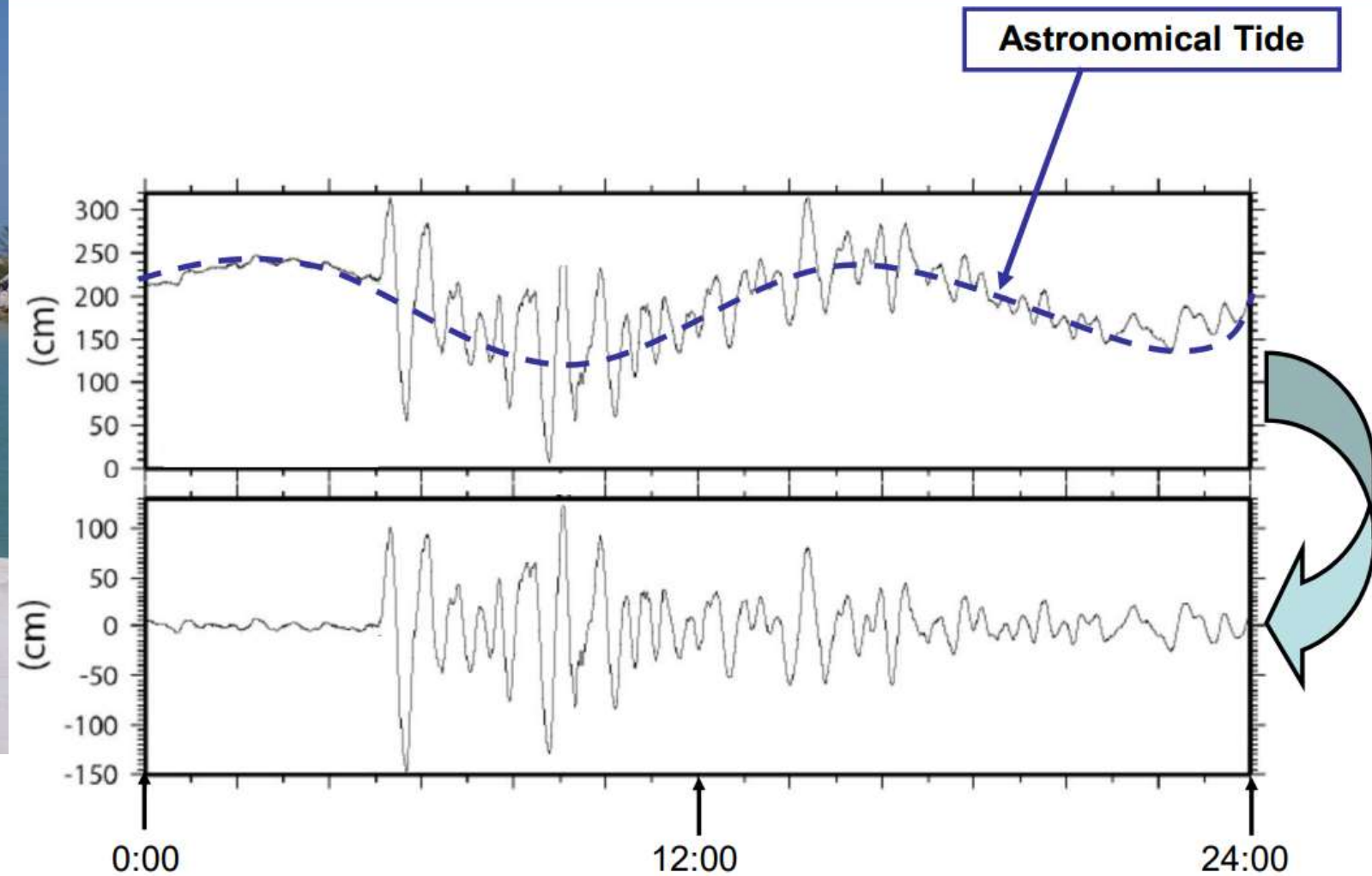
5/5 simulations shown

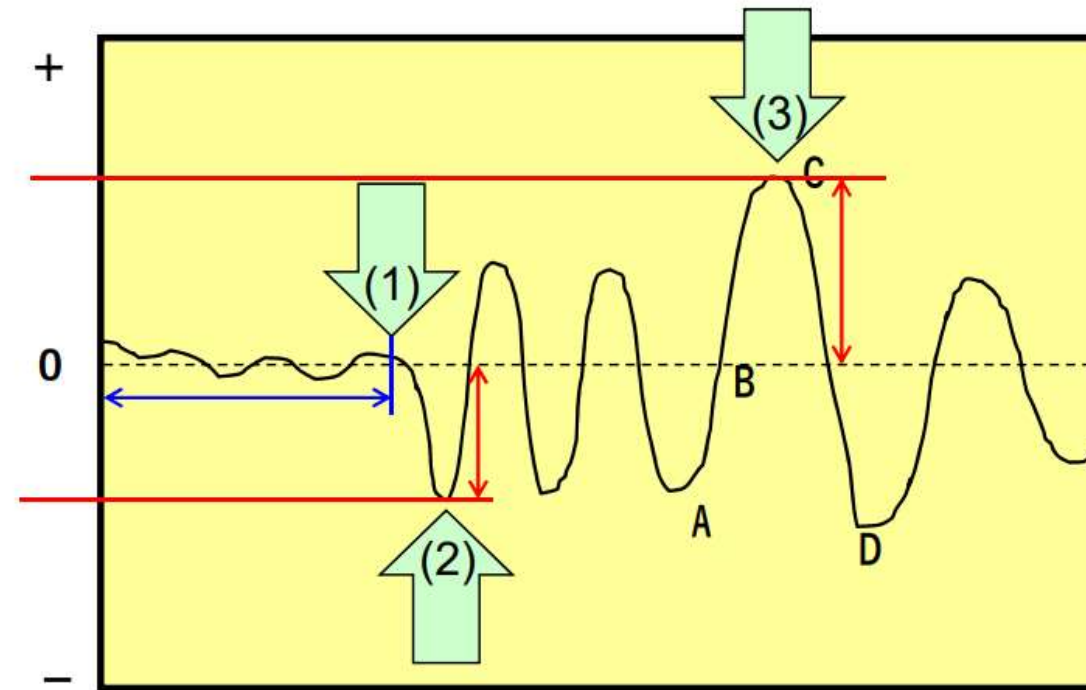
Wave Propagation



Coordinate: 47.968° S 176.009° E

Estación Mareografica





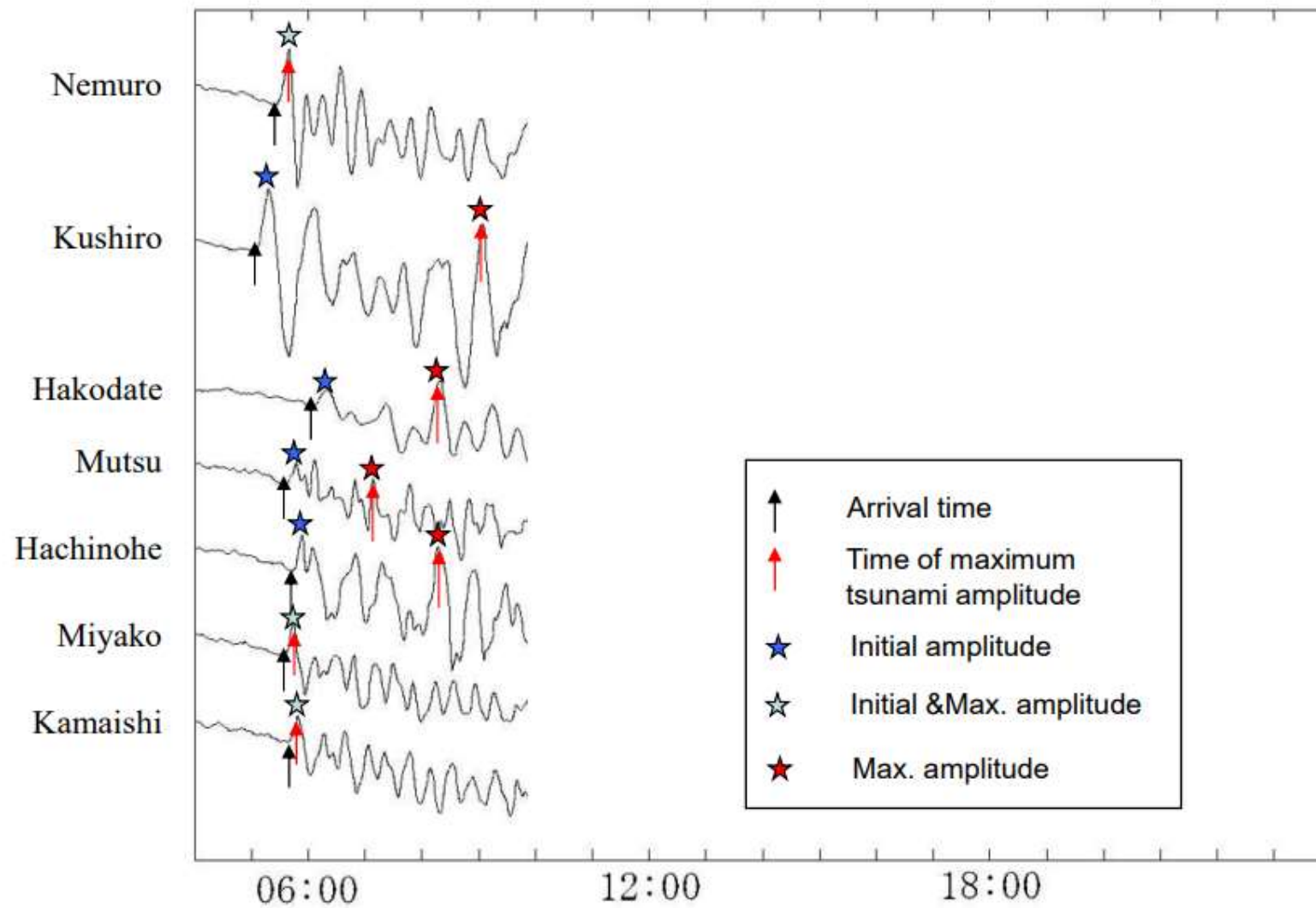
(1) Arrival Time of Tsunami

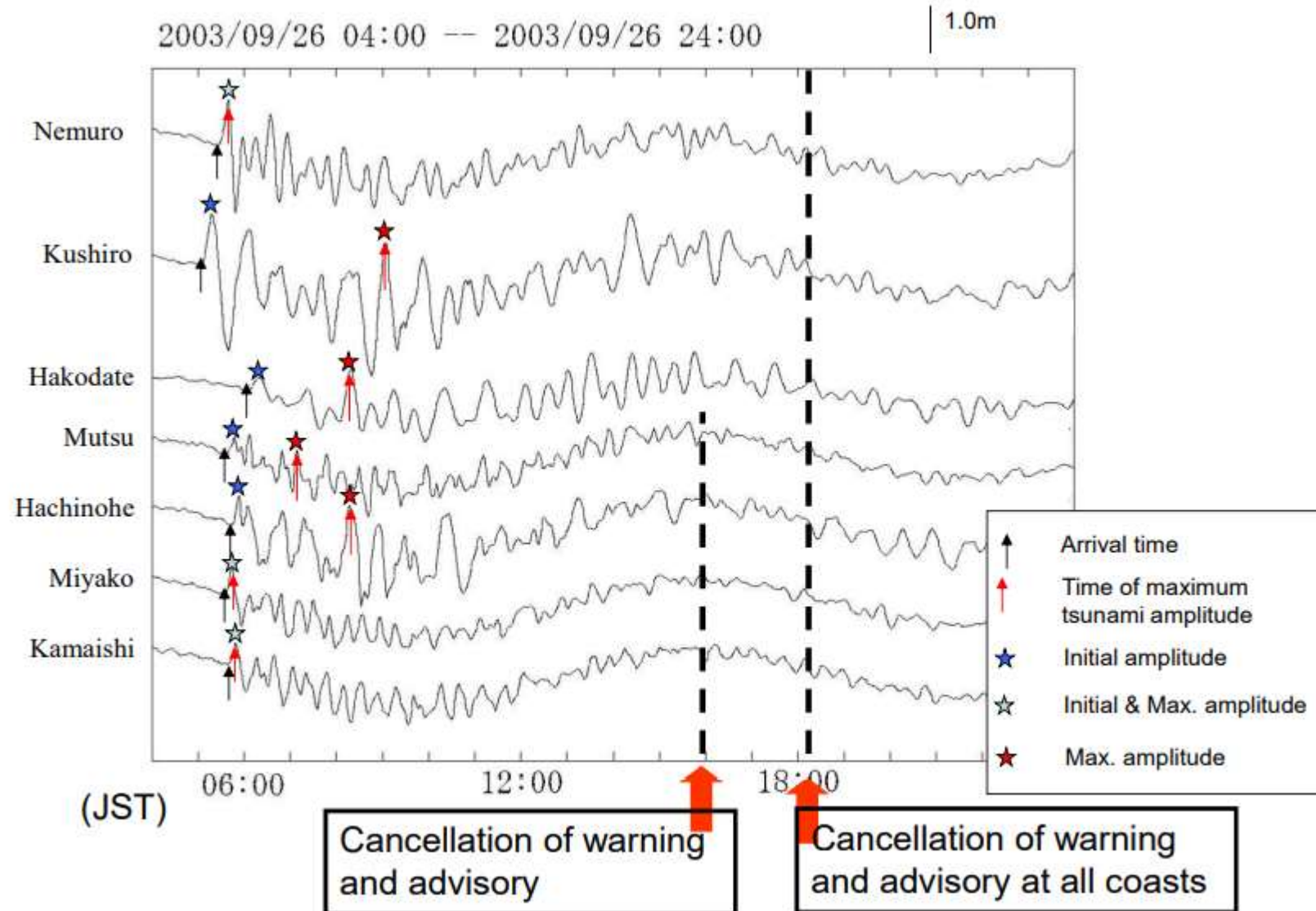
(2) Amplitude of Initial Wave

(3) Maximum Tsunami Amplitude

2003/09/26 04:00 -- 2003/09/26 24:00

1.0m





Boletín Local de Vigilancia de Tsunamis (Terremoto submarino de poca profundidad)

Boletin de Tsunami ID toast2022xybwxw
Agencia CATAC
Hora de Emisión 2022-12-21 14:53:21

Este boletín es para todas las áreas de Off Coast of Central America

... Una alerta local de tsunamis está en proceso....

Una alerta de tsunami está en efecto para Nicaragua, El Salvador, Ecuador, Perú, Mexico, Colombia, Costa Rica. Para otras áreas de la región, este mensaje es solamente un aviso.

Ha ocurrido un terremoto con estos parámetros preliminares

Tiempo de Origen 2022-12-05 21:20:24
Epicentro 11.986° N 88.167° W
Región Off Coast of Central America
Magnitud 8.0 M

Evaluación

Basados en datos históricos de terremotos y tsunamis en la región no existe una amenaza generalizada y destructiva de tsunami para este evento.

Sin embargo - existe la posibilidad de un tsunami local que pudiera afectar las costas situadas, por lo general, a no más de 100 kilómetros del epicentro del terremoto. Las autoridades de las regiones cercanas al epicentro deben estar conscientes de esta posibilidad y tomar acciones correspondientes a sus planes de re

Debido a los limitados datos del nivel del mar de la región no es posible para este la fuerza del tsunami si este ha sido generado.

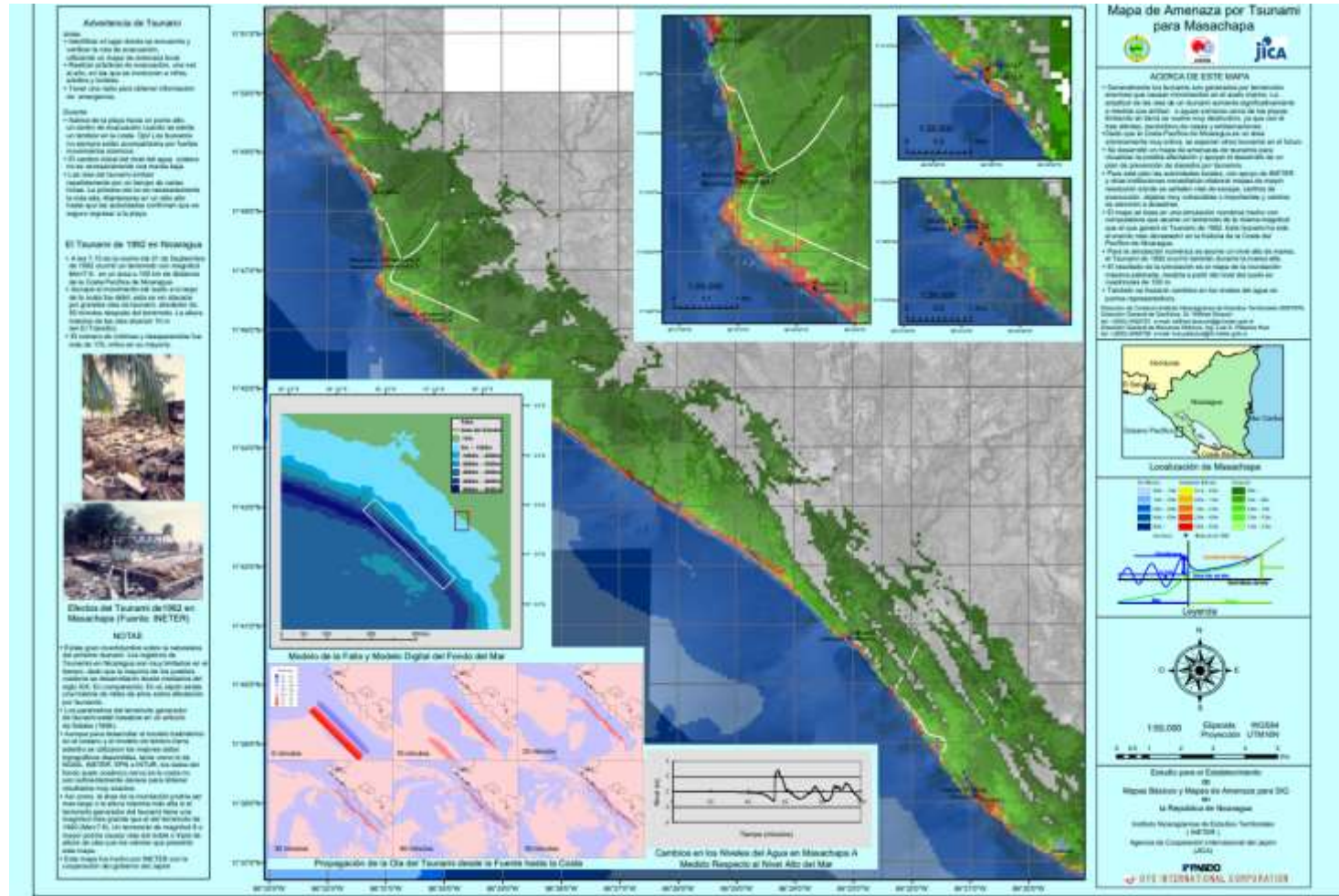
Resultados basados en Simulación de Tsunami

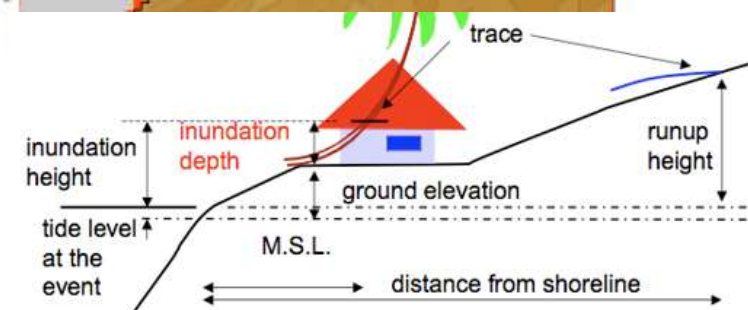
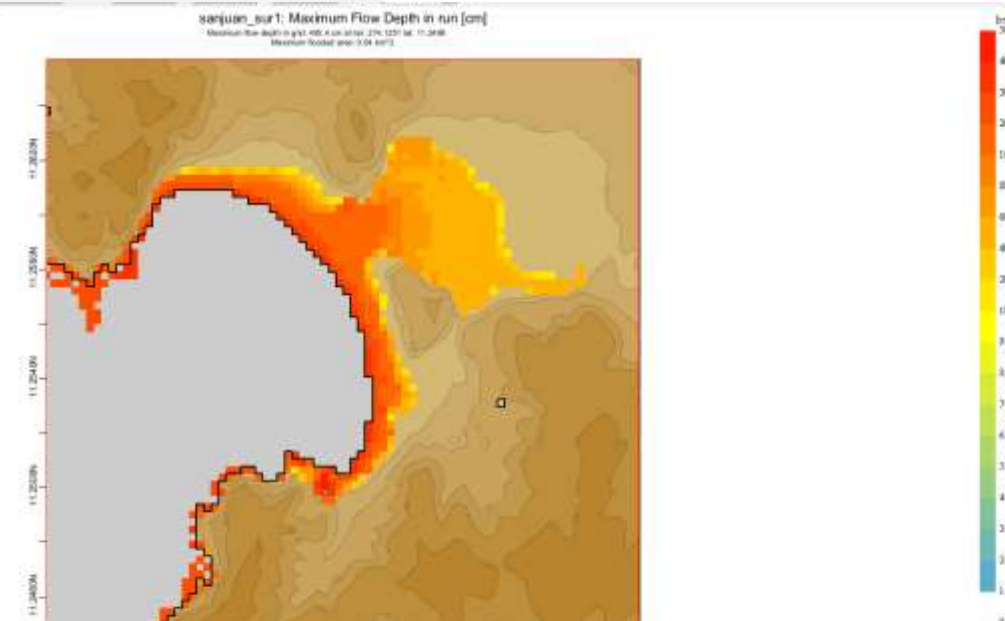
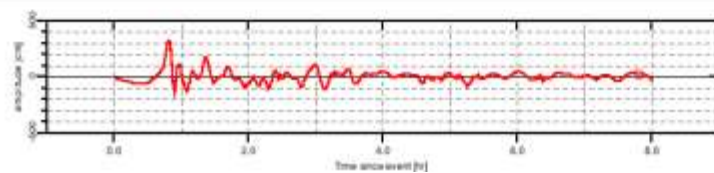
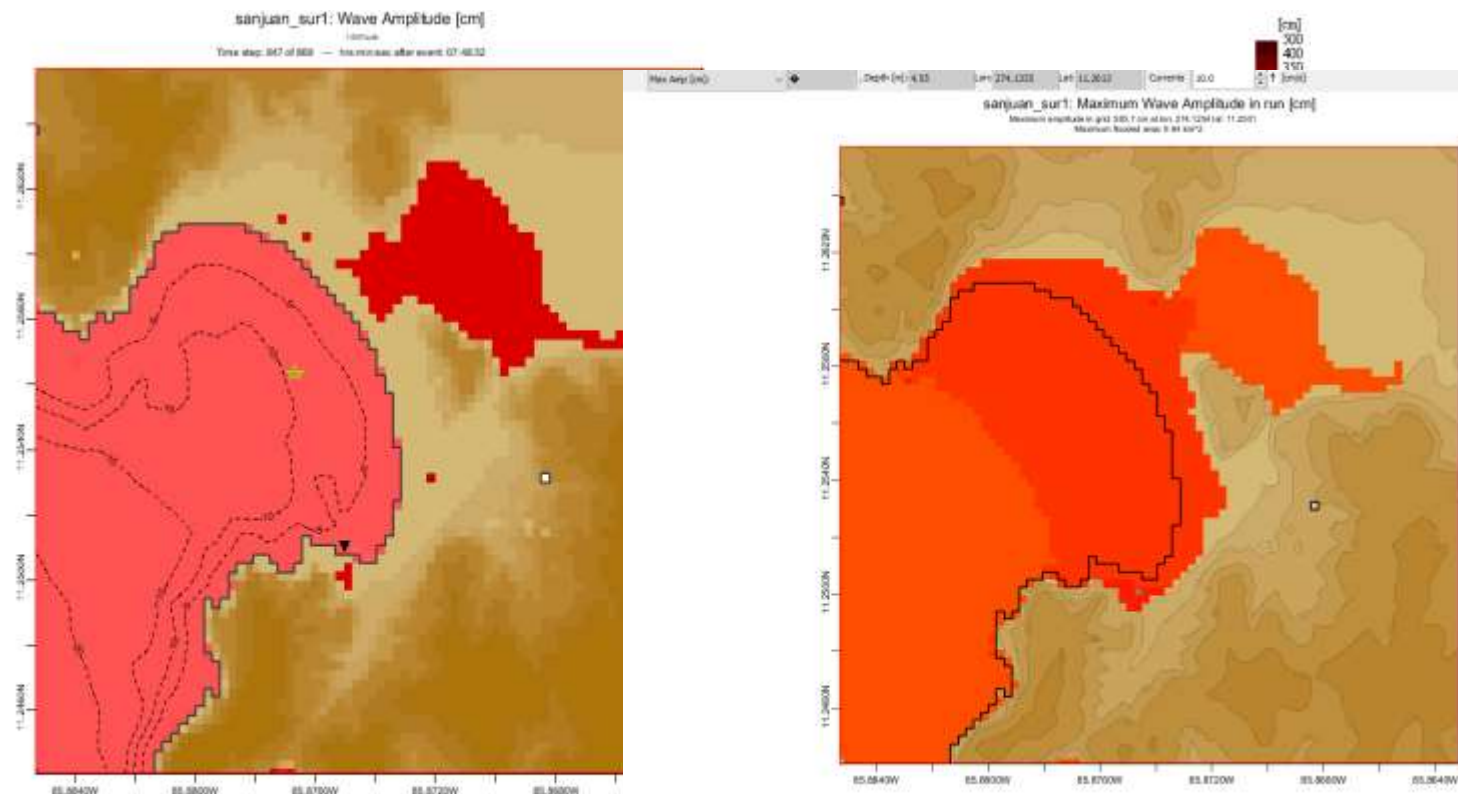
Máximo nivel del mar Altura de la superficie Tiempos de Arribo (interval= min)

POI	Ubicación		País	ETA	OTA	OTM	OTMSSH(m)	OTP(min)	Runup(m)
VZ.CORI	12.483N	87.168S	Nicaragua	2022-12-05 21:20:24					3.87
VZ.PSDN	12.201N	86.764S	Nicaragua	2022-12-05 21:20:24					1.94
VZ.LALB	13.485N	89.319S	El Salvador	2022-12-05 21:38:43					1.30
VZ.SANT	0.752S	90.307S	Ecuador	2022-12-05 23:59:07					1.17
VZ.ACAJ	13.574N	89.838S	El Salvador	2022-12-05 21:59:06					1.14
VZ.BALT	0.433S	90.283S	Ecuador	2022-12-05 23:42:16					0.86
VZ.TALA	4.578S	81.280S	Perú	2022-12-06 00:35:43					0.70
VZ.HUAT	15.750N	96.117S	Mexico	2022-12-05 22:28:46					0.63
VZ.HUAT2	15.750N	96.117S	Mexico	2022-12-05 22:28:46					0.63
VZ.PTAN	15.667N	96.492S	Mexico	2022-12-05 22:29:04					0.55
VZ.PTAN2	15.667N	96.492S	Mexico	2022-12-05 22:29:04					0.55
VZ.LALI	2.218S	80.906S	Ecuador	2022-12-06 00:25:07					0.36
VZ.TUMC	1.820N	78.729S	Colombia	2022-12-06 00:03:28					0.36
VZ.TUMC2	1.820N	78.729S	Colombia	2022-12-06 00:03:28					0.36

Mapa de Inundación de Tsunami

Son una herramienta que permiten definir los niveles de inundación máximos estimados a partir de simulaciones numéricas o mediante el análisis topográfico del terreno.







Datos necesarios para mapas de inundacion de Tsunami

- Fuente Sismica
- Datos Batimetricos
- Datos topograficos





Datos necesarios para mapas de inundacion de Tsunami

Comisión Oceanográfica Intergubernamental

Informe de reuniones de trabajo de la COI N° 278



Peligro de tsunami en América Central: eventos a lo largo de la historia y posibles fuentes

San José (Costa Rica)
23 y 24 de junio de 2016





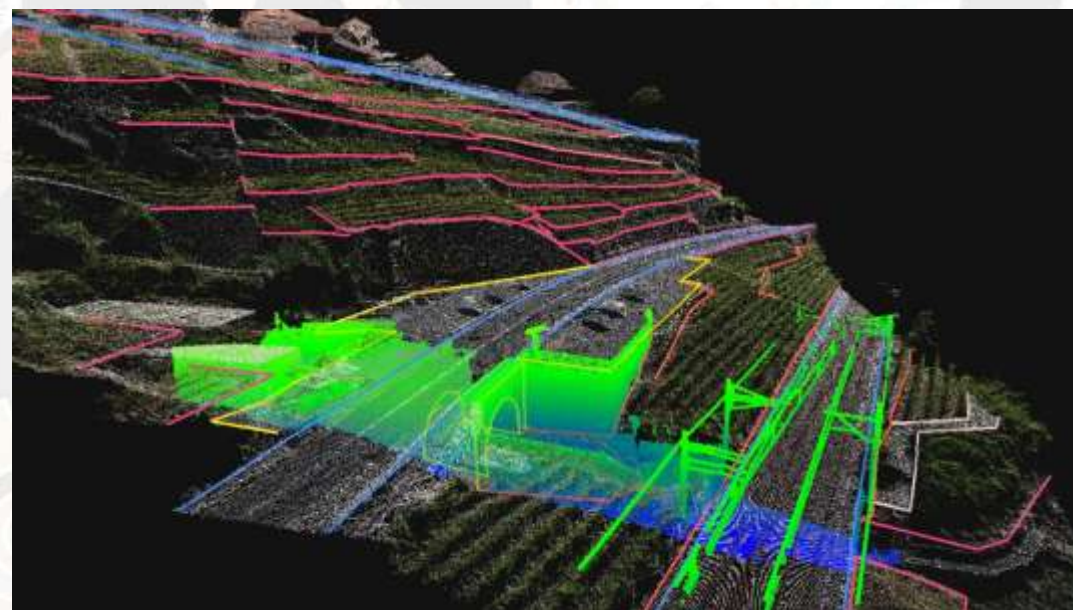
Datos Batimetricos



- GEBCO



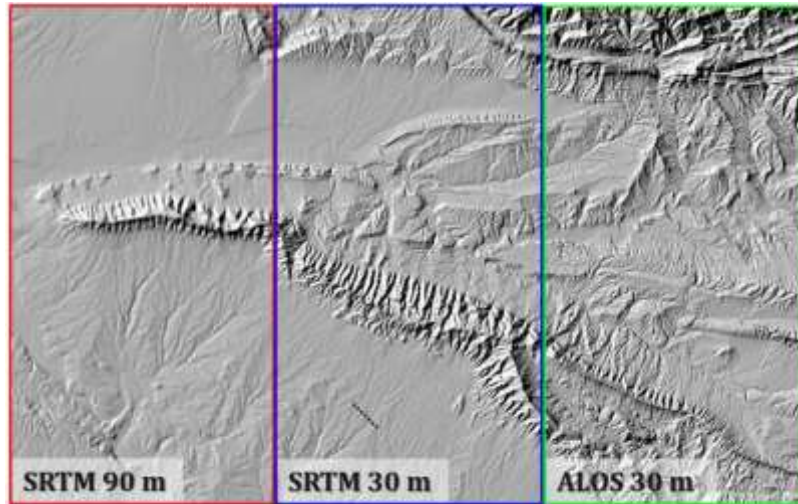
Cartas
Nauticas



Lidar



Topograficos



- Modelos digitales del terreno

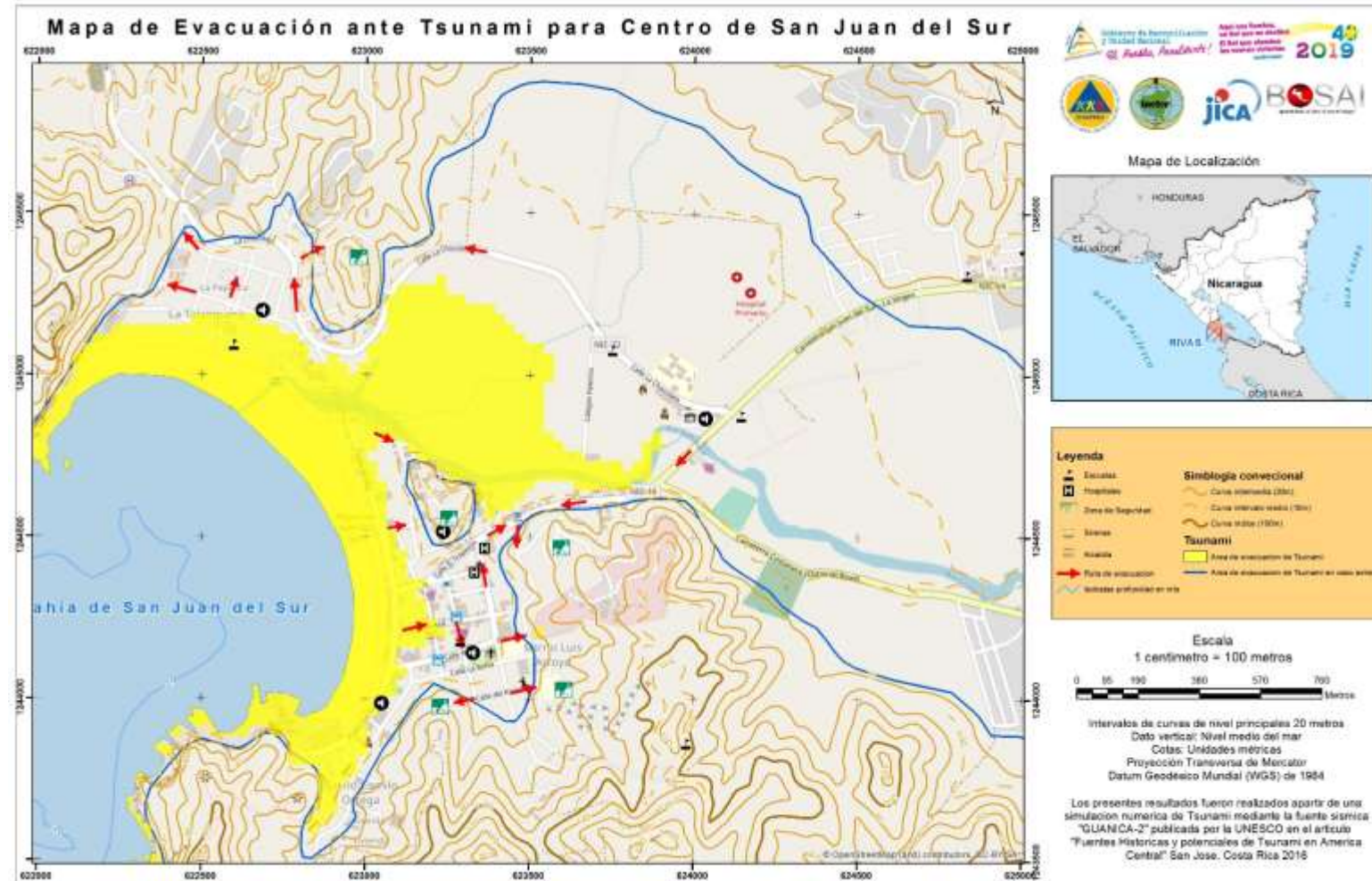


- Hojas topograficas



- Lidar

Mapa de Evacuación de Tsunami



- GRACIAS POR SU ATENCION