



Universidad de Puerto Rico

Recinto Universitario de Mayagüez

Red Sísmica de Puerto Rico

Puerto Rico Seismic Network, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus

Departamento de Geología

Geology Department

## INFORME ESPECIAL

# Terremoto de Japón (11 de marzo de 2011)

Información Especial emitido por la Red Sísmica de Puerto Rico

### RESUMEN

Según datos del Centro Nacional de Información de Terremotos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (NEIC-USGS, por sus siglas en inglés) el 11 de marzo de 2011 a las 02:46:23 PM (hora local de Japón) se registró un terremoto de magnitud 8.9 Mwp con epicentro a 130 km en la Costa Este de Sendai, Honshu, Japón. Este temblor mayor se localizó en la latitud 38.322° N, longitud 142.369° E y profundidad de 24.4 km. El mismo fue reportado como sentido ampliamente en los siguientes países Japón, Rusia, China, Taiwán, Islas Marianas y Corea del Sur; con una intensidad máxima reportada de VIII (Mercalli Modificada) en Aichi, Ichinomiya, Japón. Hasta el momento se han registrado daños severos causados por el tsunami y alrededor de 1000 muertes confirmadas (según Associated Press). Además el NEIC-USGS ha registrado más de 154 réplicas asociadas a dicho evento.

A continuación incluimos la información sísmica generada y publicada por NEIC-USGS (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/Quakes/usc0001xgp.php>), el Centro de Alerta de Tsunamis de la Costa Oeste y Alaska (WCATWC, por sus siglas en inglés; <http://wcatwc.arh.noaa.gov/>) y el Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWC, por sus siglas en inglés, <http://ptwc.weather.gov/>).

En este informe se presentan datos observados en la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) para el Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011.

<http://redsismica.uprm.edu>

GBS

Última actualización: 11 de marzo de 2011, 11:00 pm

---

Contacto: Red Sísmica de Puerto Rico tel. 787.833.8433 • fax 787.265.1684 • [staff@prsn.uprm.edu](mailto:staff@prsn.uprm.edu)

## INTRODUCCION

El 11 de marzo de 2011 la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) registró el Terremoto de Japón ocurrido a las 05:46:23 UTC (02:46:23 PM, hora local de Japón) con una magnitud 8.9 Mwp, con epicentro a 130 km al E de Sendai, Honshu, Japón (Figura 1). Este gran terremoto se localizó en la latitud 38.322° N, longitud 142.369° E y profundidad de 24.4 km. El mismo fue reportado como sentido ampliamente en Japón, Rusia, China, Taiwán, Islas Marianas y Corea del Sur; con una intensidad máxima reportada de VIII en Aichi, Ichinomiya, Japón (Figuras 2 y 3). Hasta el momento se han registrado daños severos y muertes en el área de Japón (Figuras 4 a 13). Según el "Shake Map" del Centro Nacional de Información de Terremotos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (NEIC-USGS, por sus siglas en inglés) las intensidades máximas esperadas para este terremoto son de VIII en la Escala Mercalli Modificada (Figura 3). El NEIC-USGS estima daños mayores en las regiones expuestas a intensidades VII a VIII. Hasta el momento se han registrado más de 154 réplicas asociadas a dicho evento (Figura 14). Varias de estas réplicas, al igual que el terremoto principal, han sido registradas y procesadas por nuestros sistemas automáticos y de respuesta rápida, Early Bird. Hasta el momento se han procesado alrededor de 24 réplicas en dichos sistemas.

Este evento generó un tsunami en el área de Japón, el cual se propagó a lo largo del Océano Pacífico (Figuras 15 y 16). El PTWC emitió un Aviso de Tsunami para Japón, Hawaii, América Central, América del Sur y otros países en la cuenca del Océano Pacífico. De igual forma el WCATWC emitió un Aviso de Tsunami para la Costa Oeste de los Estados Unidos, incluyendo Alaska, California, Oregón y Washington. La figura 15 muestra los tiempos de arribo estimados del tsunami generado en Japón calculados por el WCATWC. Los modelos de propagación del tsunami calculados por NOAA con el programa MOST se pueden observar en la figura 16.

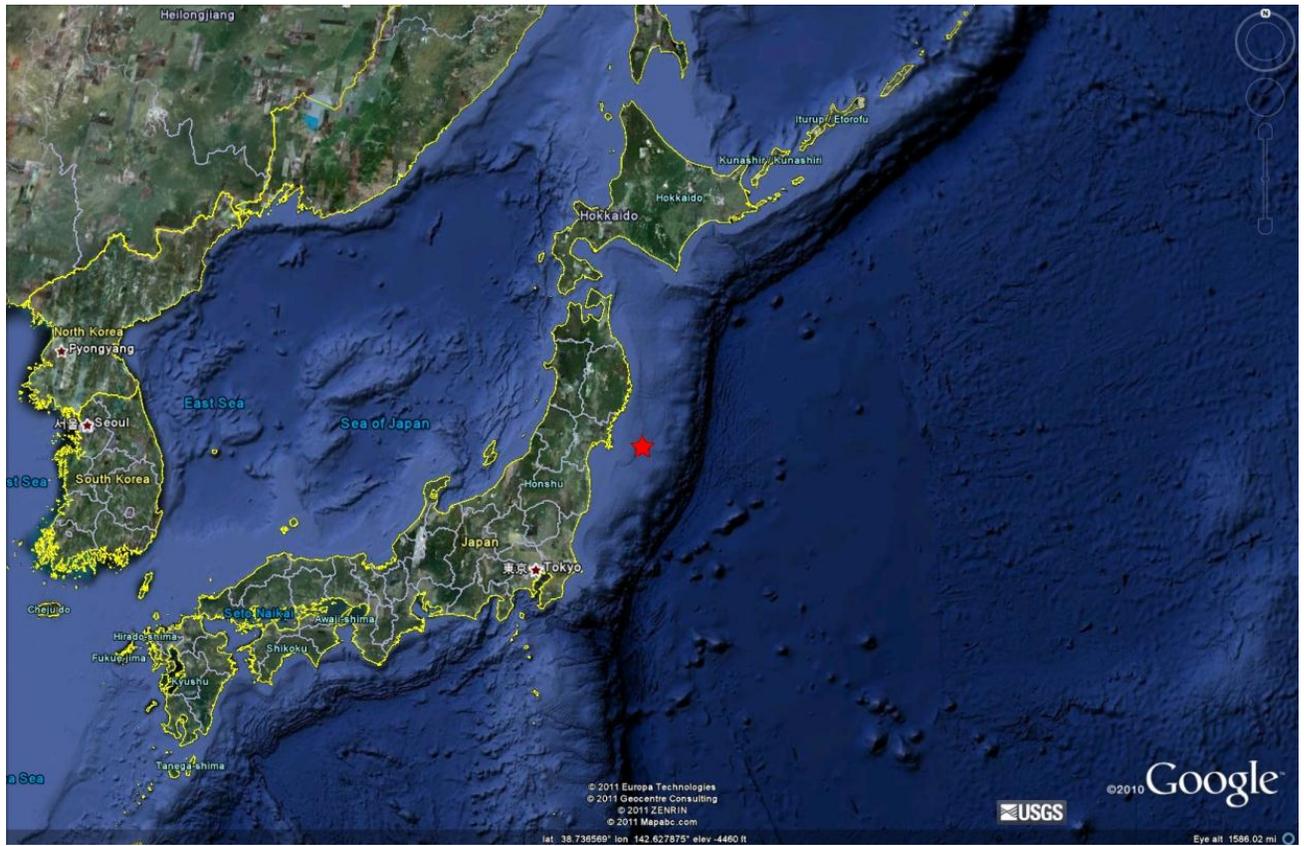
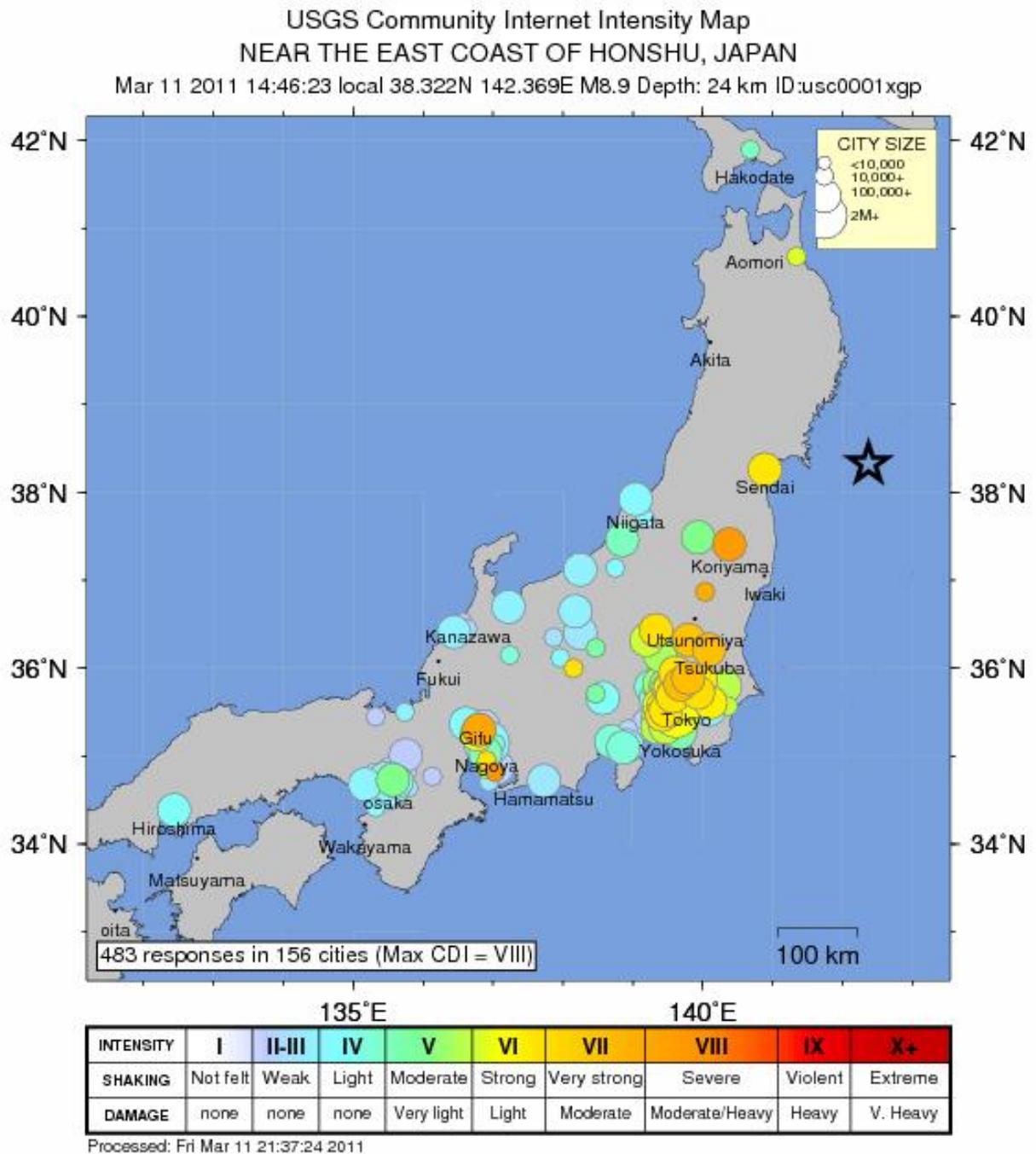
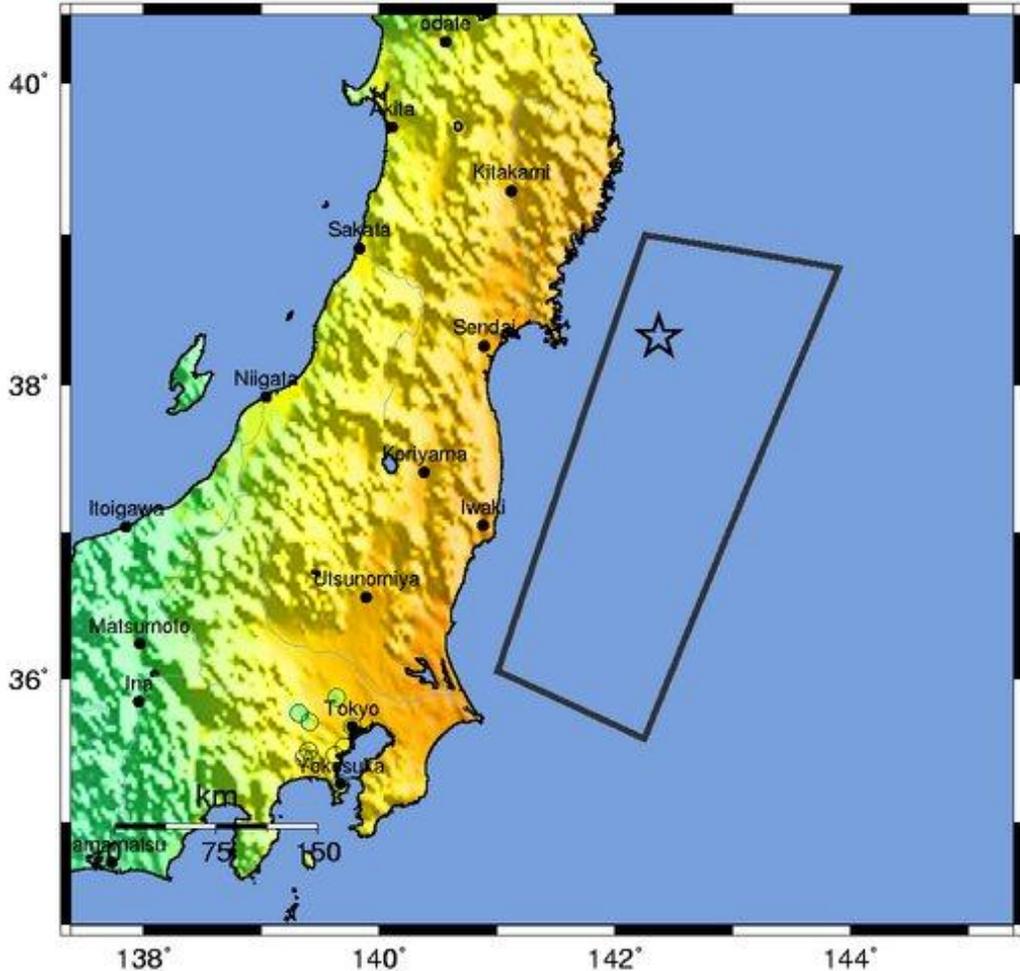


Figura 1: Mapa epicentral del Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011 (GoogleEarth, datos del NEIC-USGS).



**Figura 2: Mapa “Community Internet Intensity Map” del USGS para el Terremoto de Japón del 11 de Marzo de 2011 (NEIC-USGS).**

USGS ShakeMap : NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN  
 Fri Mar 11, 2011 05:46:23 GMT M 8.9 N38.32 E142.37 Depth: 24.4km ID:c0001xgp



Map Version 4 Processed Fri Mar 11, 2011 01:23:57 AM MST – NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 3: “Skakemap “ con las intensidades esperadas para el Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011 (NEIC-USGS).



**Figura 4 (a-b): Tanques de almacenamiento de gas natural Refinería de aceite Cosmo en la ciudad de Ichihara, prefectura de Chiba, cerca a Tokyo (Imágenes de Reuters).**



**Figura 5: Incendio en refinería de aceite en la ciudad de Ichihara, prefectura de Chiba, cerca a Tokyo (Imagen MSNBC).**



**Figura 6: Incendio en la ciudad Iwaki (Imagen de MSNUK News).**



Figura 7 (a-b-c-d): Aeropuerto de Sendai afectado por el tsunami producido por el Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011 (Imágenes de Reuters y Associated Press).



**Figura 8: Vista del tsunami (remolino) cerca del puerto de Oarai, Japón (Imagen Reuters-MSNBC).**

**Figura 9: Tsunami (10 m de altura) impacta la costa este de Japón (Imagen Reuters-MSNUK News).**



**Figura 10: Tsunami (retirada del mar) en la costa de Sendai, Japón (Imagen de Reuters).**



**Figura 11: Tsunami (inundación rápida) en la costa de Japón (Imagen Associated Press).**

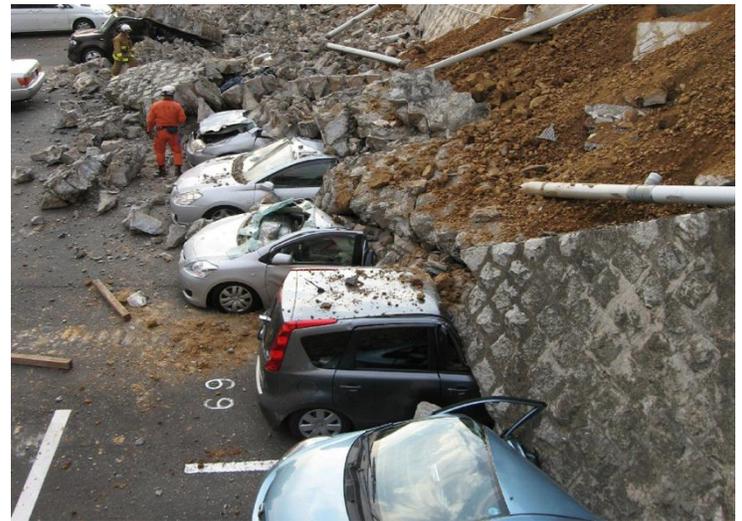
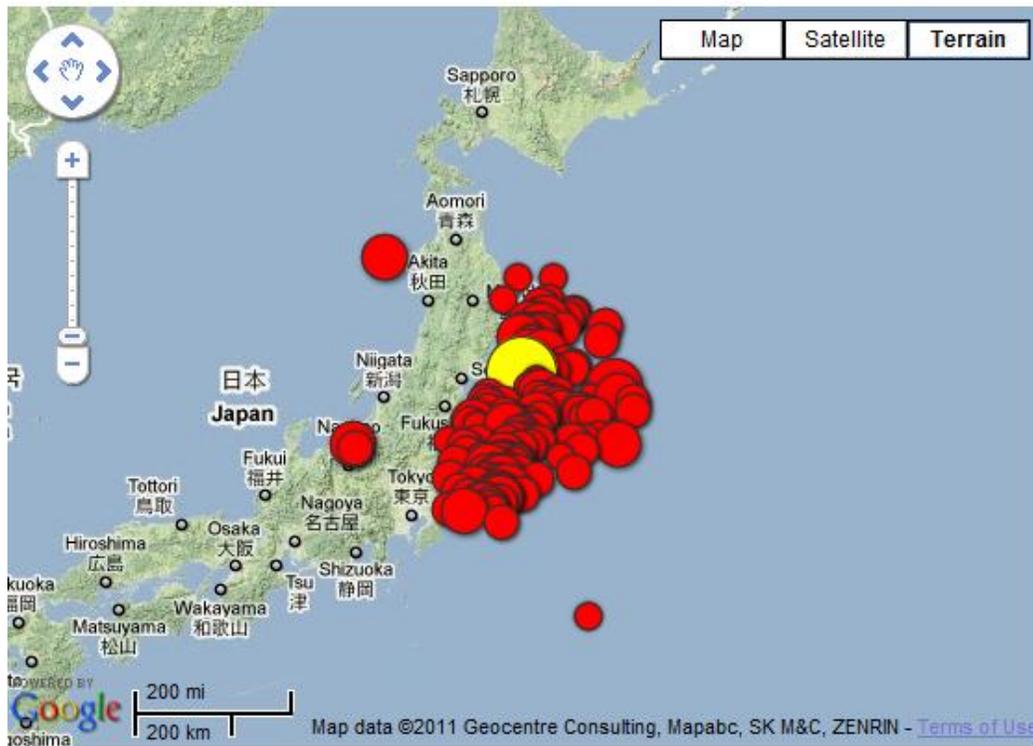


Figura 12: Desplazamiento de tierra causado por el Terremoto de Japón (Imagen EPA/BGNES).

Figura 13: Colapso de muralla de contención en la ciudad de Mito, prefectura de Ibaraki, Japón (Imagen JIJI PRESS/AFP/Getty)



Legend



Figura 14: Mapa epicentral de las réplicas del Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011 (NEIC-USGS, última actualización 23:00 UTC).

## Tsunami Travel Times

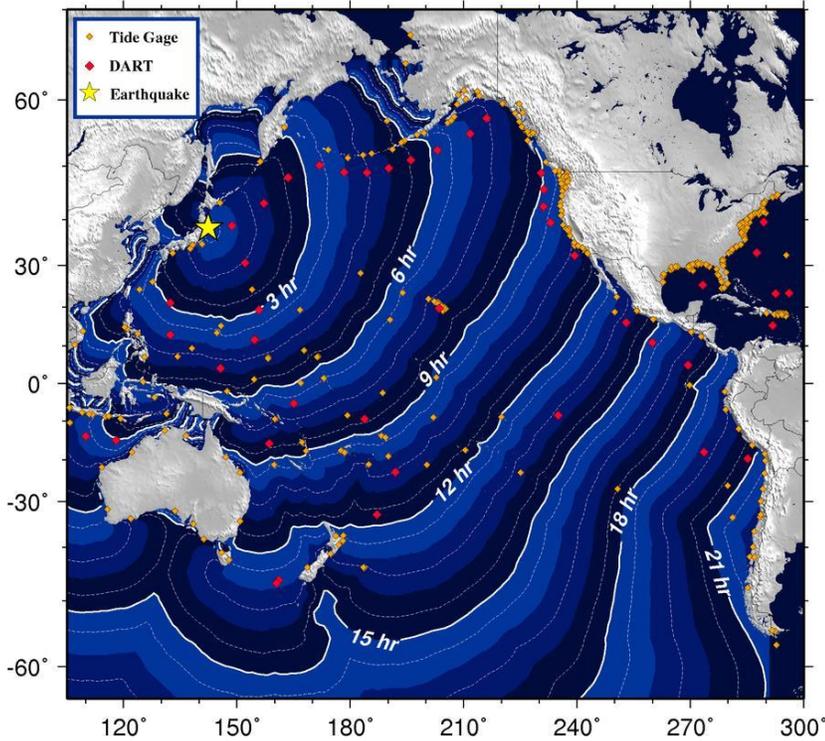


Figura 15: Tiempos de arribo estimados a lo largo del Océano Pacífico del tsunami generado por el Terremoto de Japón el 11 de marzo de 2011 (WCATWC).

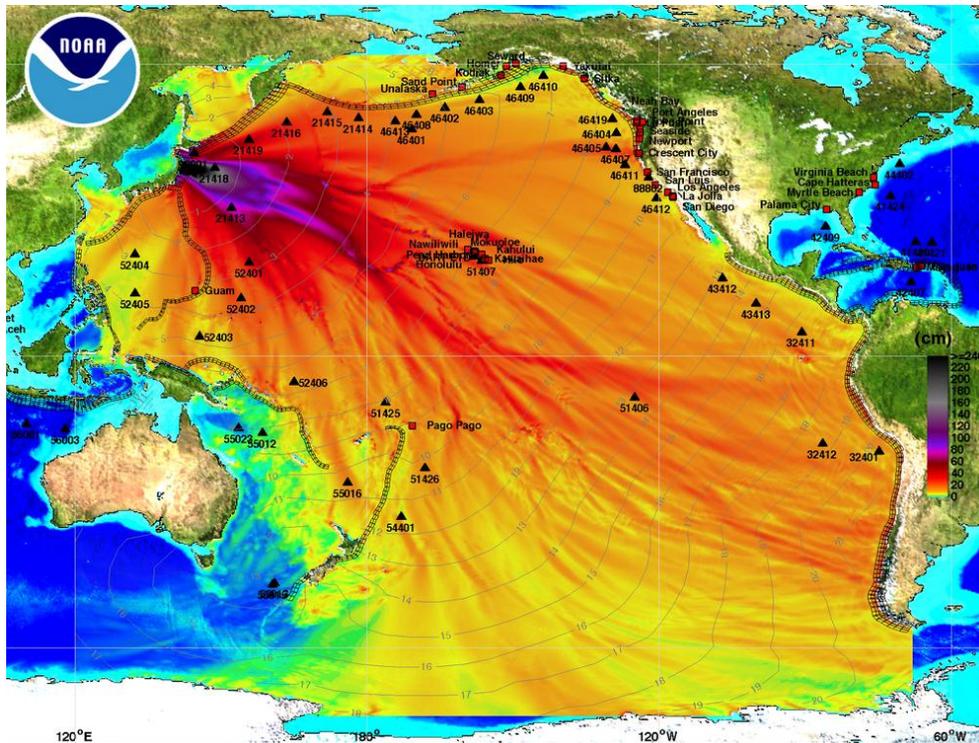
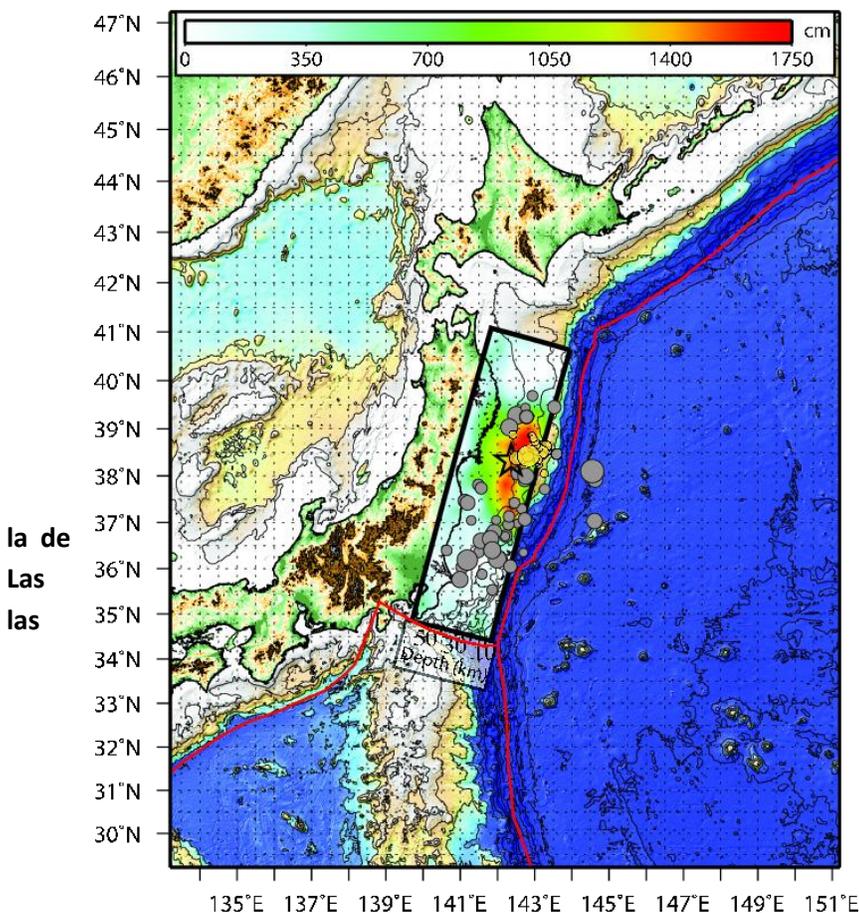


Figura 16: Modelo de las amplitudes calculadas con el programa MOST. Se muestran las amplitudes máximas computadas para la propagación en 24 horas, así como los tiempos de arribo calculados (NOAA).

El Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011 con magnitud 8.9, resultó del movimiento de una falla de cabalgamiento (“thrust”) cerca del área de subducción de la placa del Pacífico y la de Norte América. La placa del Pacífico se mueve hacia el oeste con respecto a la placa de Norte América, a una velocidad de 83 mm/año (NEIC-USGS, 2011). Todos los modelos de localización, magnitud, profundidad y mecanismos focales son consistentes en que el evento ocurrió en una zona de desplazamiento inverso de ángulo bajo (“thrust”) con subducción a lo largo de la placa (NEIC-USGS). El epicentro del Terremoto de Japón se encuentra en el medio de la zona de ruptura según se aprecia en la figura 17 (NEIC-USGS), indicando una ruptura bilateral. Por otro lado, en el perfil longitudinal (Figura 18, provisto por el NEIC-USGS) se puede apreciar claramente la subducción delimitada por la distribución de la sismicidad en la región.

El evento sísmico del 11 de marzo de 2011 ocurrido en Japón fue precedido por una serie de sismos precursoros (con magnitudes que variaron de 5 Mb a 7 Mw) ocurridos entre el 9 y el 11 de marzo de 2011. Para más información sobre estos sismos puede visitar la página de NEIC-USGS.



**Figura 17: Proyección superficial de la distribución del desplazamiento. Las líneas rojas indican los bordes de placas tectónicas [Bird, 2003]. Los círculos grises, representan las réplicas y los círculos amarillos representan los sismos precursoros (ocurridos durante los dos días anteriores al terremoto principal) (NEIC-USGS).**

## Seismicity Cross Section

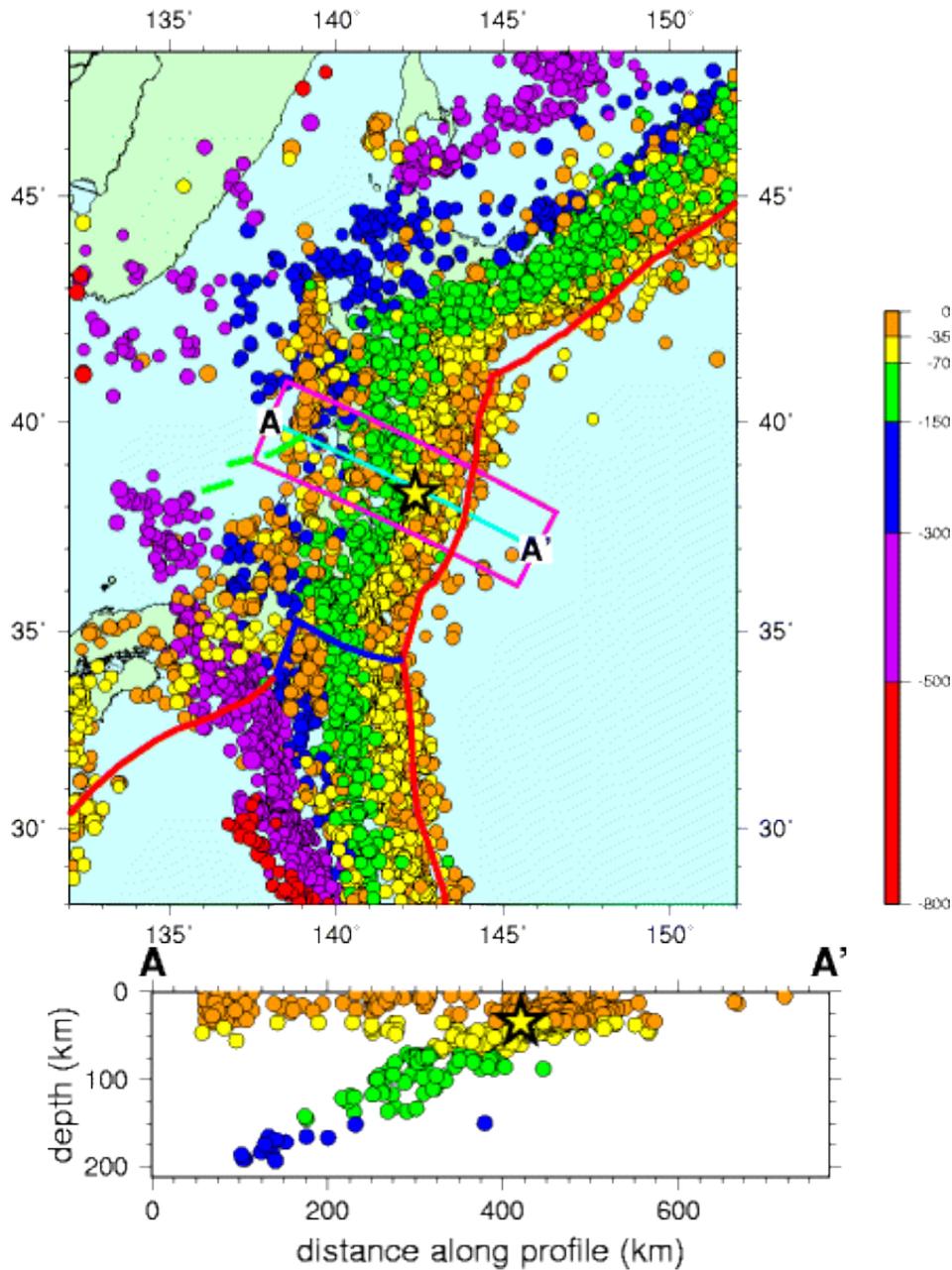


Figura 18: Perfil longitudinal (“cross-section”) con la distribución de la sismicidad en la región de ocurrencia del Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011. La figura incluye el sismo principal representado con una estrella amarilla (NEIC-USGS).

## MONITOREO Y REGISTROS SISMICOS EN LA RSPR

El temblor principal, Terremoto de Japón, se registró en 18 estaciones sísmicas (Tabla 1, Figura 19) de un total de 25 estaciones que opera la RSPR en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. El temblor fue registrado tanto en estaciones de banda ancha (Figura 20) como de periodo corto distribuidas por Puerto Rico, Islas Vírgenes y la República Dominicana. En los sismogramas, el registro máximo del terremoto es de aproximadamente de 3 horas de duración. Varias de las réplicas han sido registradas y procesadas por nuestros sistemas automáticos y de respuesta rápida, Early Bird. Hasta el momento se han procesado alrededor de 24 réplicas en dichos sistemas.

**Tabla 1: Estaciones operadas por la RSPR que registraron el Terremoto de Japón (PRSN-UPRM).**

CODIGO DE LA ESTACION	LOCALIZACION	PERIODOS CORTOS	BANDAS ANCHAS (3 componentes)	LATITUD (N)	LONGITUD (O)
ABVI	Anegada, BVI	L-4 (3 components)	CMG-40 T	18° 43'46"	64° 19'57"
AGPR	Aguadilla, PR	---	CMG-3T	18° 28'03"	67° 06'40"
AOPR	Arecibo, PR	---	CMG-40T	18° 20'47"	66° 45'14"
CBYP	Cubuy, Canóvanas, PR	---	CMG-40T	18° 16'18"	65° 51'24"
CELP	Cerrillos Dam Site, Ponce, PR	S-13	---	18° 04'30"	66° 34'45"
CDVI	St. Croix, USVI	---	CMG-3T	17° 45'07"	64° 45'52"
CRPR	Cabo Rojo, PR	---	CMG-3ESP	18°00'23"	67°06'34"
GBPR	Bosque Seco, Guánica, PR	L-4	---	17° 58'51"	66° 52'75"
HUMP	Humacao, PR	---	CMG-3T	18° 08'31"	65° 50'55"
IDE	Desecheo Island, PR	L-4	---	18° 23'04"	67° 28'45"
ICMP	Isla Caja de Muerto, PR	---	CMG-40T	17° 53'36"	66° 31'15"
LRS	Lares, PR	S-13	---	18° 17'29"	66° 50'41"
LSP	Las Mesas, Mayagüez, PR	L-4	---	18° 10'33"	67° 05'09"
MPR	UPR/RUM, Mayagüez, PR	---	CMG-3T	18° 12'42"	67° 08'23"
OBIP	Ponce, PR	---	CMG-40T	18° 02'34"	66° 36'22"
SIG	Cayey, PR	L-4	STS1 (USGS/IRIS)	18° 06'32"	66° 09'00"
STVI	St. Thomas, USVI	---	CMG-40 T	18° 21'09"	64° 57'23"

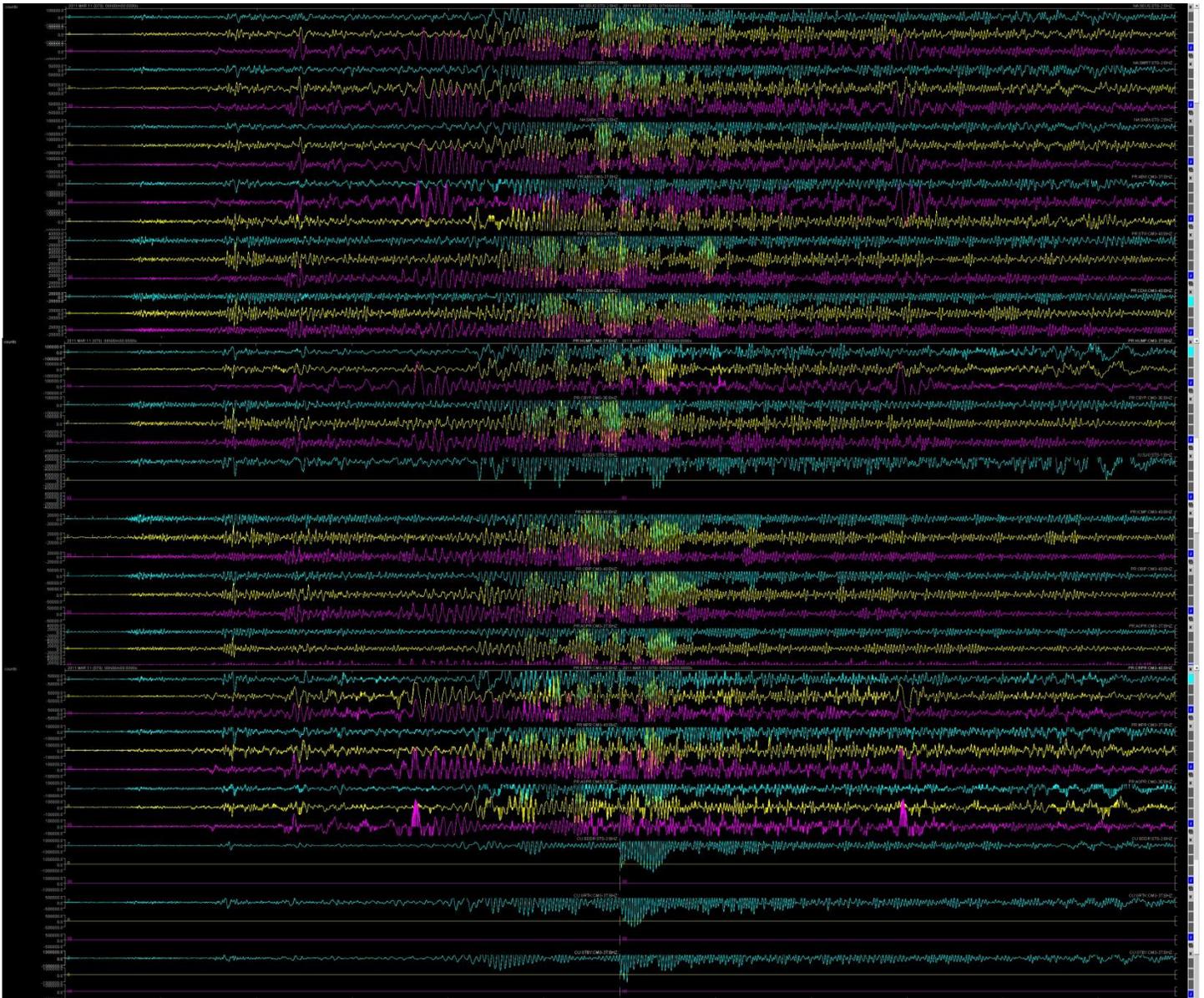
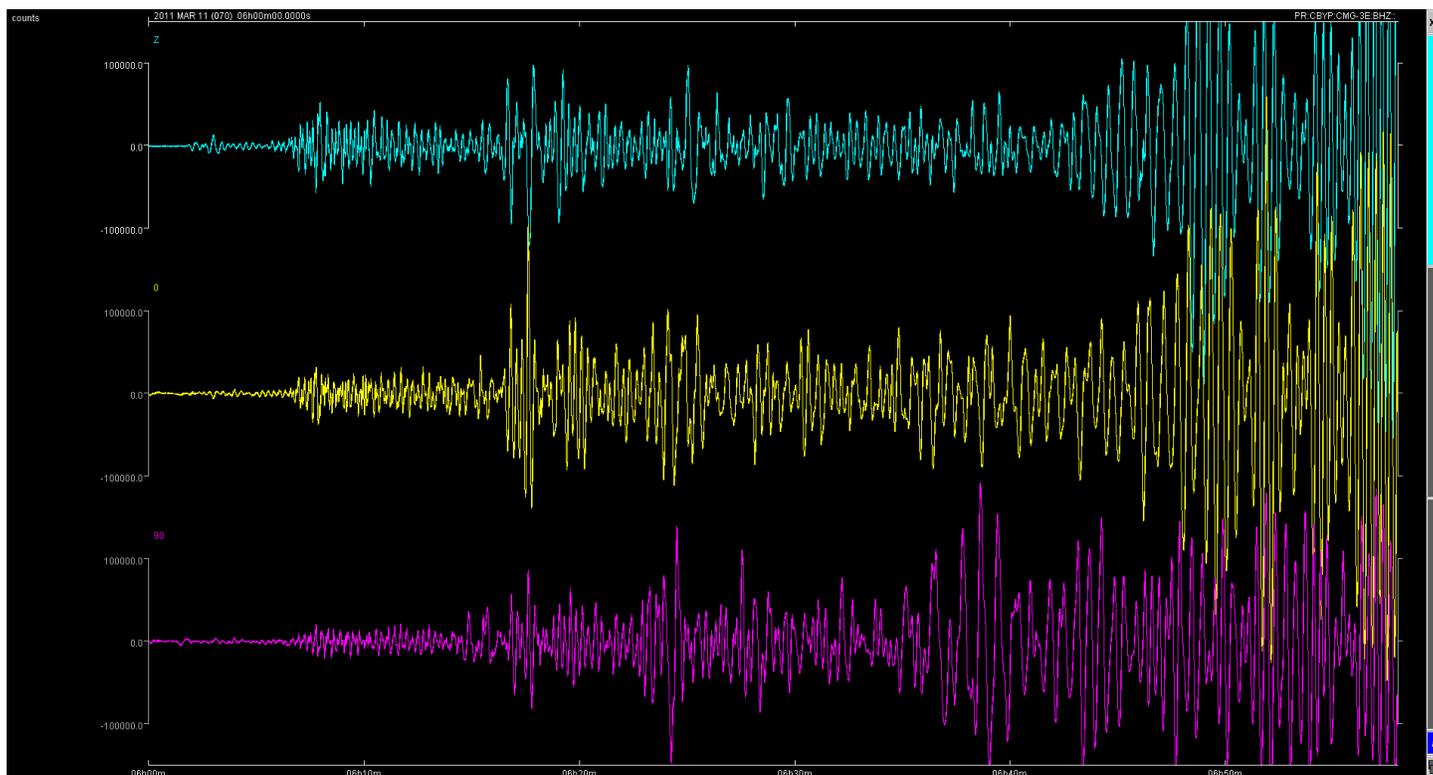
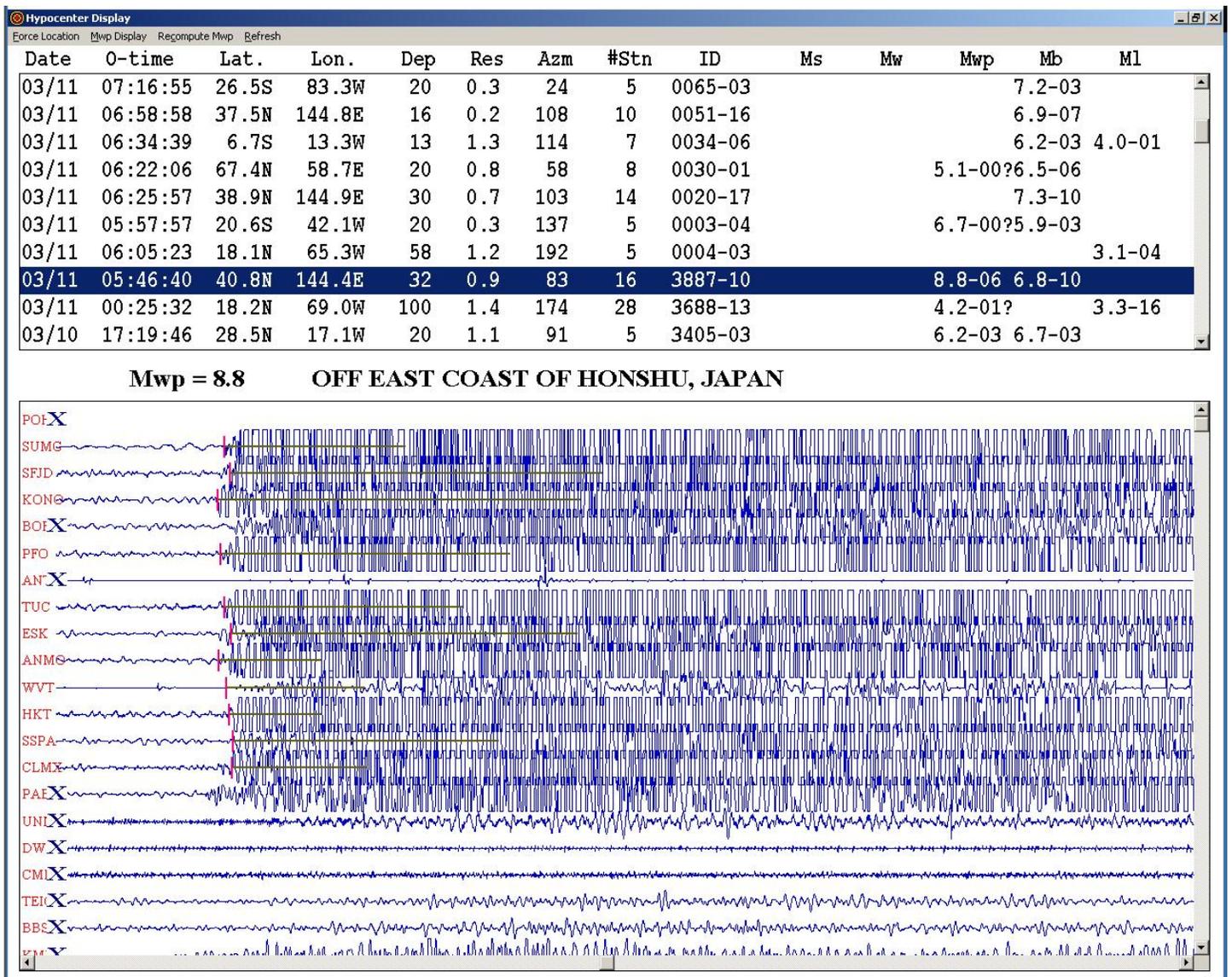


Figura 19: Formas de Ondas (señales digitales) registradas en la RSPR del Terremoto de Japón (PRSN-UPRM).



**Figura 20: Formas de Ondas (señales digitales) registradas en la RSPR de la estación de banda ancha CBYP del Terremoto de Japón (PRSN-UPRM).**

Tanto los sistemas automáticos de localización así como los sistemas análogos de la RSPR registraron el Terremoto de Japón. La información de la localización generada por el sistema automático, Early Bird, se muestran en la figura 21. El primer mensaje de Early Bird fue emitido a las 06:00 UTC.



**Figura 21: Localización de Early Bird (sombreada en azul) y formas de ondas para el Terremoto de Japón del 11 de marzo de 2011 (PRSN-UPRM).**

## BIBLIOGRAFIA

Associated Press, 2011, Página de internet  
<http://www.ap.org/> (última visita: marzo de 2011).

Bolt, B., 1999. Earthquakes. W.H. Freeman and Company, New York (EU), 366 pp.

Japan Meteorological Agency, 2011 Página de Internet  
<http://www.jma.go.jp/en/tsunami/> (última visita: marzo de 2011).

National Earthquake Information Center, United States Geological Survey. 2011 Página de internet  
<http://earthquake.usgs.gov/regional/neic/> (última visita: marzo de 2011).

NOAA Center for Tsunami Research, 2011 Página de Internet  
<http://nctr.pmel.noaa.gov/honshu20110311/> (última visita: marzo de 2011).

NOAA's National Geophysical Data Center (NGDC), 2011 Página de Internet  
<http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu.shtml> (última visita: marzo de 2011).

Pacific Tsunami Warning Cente, 2011 Página de internet  
<http://ptwc.weather.gov/> (última visita: marzo de 2011).

Reuters, Galería de Fotos, 2011 Página de internet  
<http://www.reuters.com/> (última visita: marzo de 2011).

West Coast Alaska Tsunami Warning Center, 2011 Página de internet  
<http://wcatwc.arh.noaa.gov/2011/03/11/lhvpd9/22/messagelhvdpd9-22.htm>

Este informe de la Red Sísmica de Puerto Rico fue preparado por la Coordinadora del Área de Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos, Gisela Báez-Sánchez (geóloga), con la colaboración del investigador Dr. Alberto López Venegas (sismólogo) y de los Analistas de Datos Geofísicos: Harold J. Irizarry Muñoz (geólogo), Javier Charón Ramírez (ingeniero civil), Benjamín Colón Rodríguez (geólogo) y María Torres Vega (geóloga).