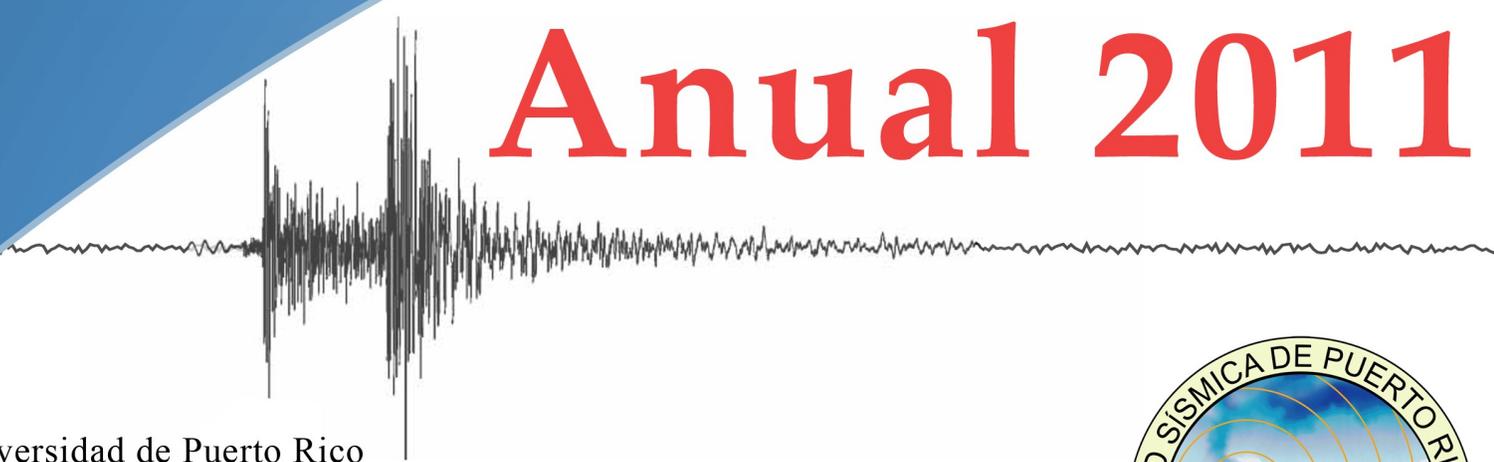




Informe Anual 2011



Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Red Sísmica de Puerto Rico
Departamento de Geología
redsismica.uprm.edu



Administración e Investigación

Víctor Huérfano Moreno, Ph.D.
Director Interino

Dr. Guoquan Wang, Ph.D.
Sismólogo y Profesor Auxiliar

Jeanette López Matos
Asistente Administrativa III

Yamilette Vargas Rivera, MBA
Secretaría Administrativa III

Dalixza Irizarry Martínez
Secretaría Administrativa I

Programa de Tsunami Ready

Carolina Hincapié Cárdenas, M. Sc.
Wildomaris González Ruiz
Auxiliar de Investigaciones I

Programa Educativo

Glorymar Gómez Pérez
Oficial de Programas

Instrumentación

Juan Lugo Toro
José Cancel Casiano
Javier Santiago Acevedo
Especialistas en Instrumentación Científica

Celestino Lucena Cabassa
Trabajador

Computación y Telecomunicaciones

Ángel Feliciano Ortega
Especialista de Computación y Telecomunicaciones

Yasel M. Morales García
Ricardo Rivera Nieves
Programador de Sistemas Electrónicos II

Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos

Gisela Báez Sánchez
Auxiliar de Investigación III

Harold J. Irizarry Muñoz
Auxiliar de Investigación II

Lillian Soto Cordero, M. Sc.
Asociado de Investigación

Zamara Fuentes Figueroa, M. Sc.
Técnico de Investigación Científica

Francis Pérez Ramos
María C. Torres Vega, M. Sc.
Javier Charón Ramírez, M. E.
Fernando Ferrer Vargas
Benjamín Colón Rodríguez
Auxiliar de Investigación I

Estudiantes Graduados

Marianela Mercado Burgos
José R. Hernández Ramírez
Félix O. Rivera Santiago
Cristina M. López Ramos
Denny M. Torres Ortiz
Oscar Yupanqui Huamán
Sully A. Lebrón Rivera
Richard Valencia Farfán
Alberto Jiménez Galindez
Arlenys Ramírez Rivera
Aimeé Montero Arce
Mariana León Pérez

Estudiantes Subgraduados

Fátima A. Zevallos Jeanlouis
Daniel J. Mercado Rosario
Annie Plaza Rodríguez
Christie Silva Feliciano
Ranfys Valle Simmons
Kermel Ruperto Justiniano
Jesenia Figueroa Nieves



Facilidades de la Red Sísmica de Puerto Rico UPR-Mayagüez

Visión

Ser un centro líder en el monitoreo, alerta e información, investigación y educación de terremotos y tsunamis en el Caribe

Misión

Informar de manera confiable y oportuna la generación y efectos de terremotos y tsunamis para Puerto Rico e Islas Vírgenes

Contenido

Red Sísmica de Puerto Rico.....	4
Resumen de Sismicidad.....	5
Sismicidad Anual.....	5
Sismos Sentidos.....	7
Actividad Sísmica.....	9
Energía Sísmica.....	11
Enjambres Sísmicos.....	12
Investigaciones.....	13
Operaciones.....	19
Sistemas de Monitoreo.....	24
Programa Educativo.....	25
Tsunami Ready.....	27
Financiamiento.....	29

Puntos de Interés

- Sismicidad Anual
- Energía Sísmica
- Sismos Sentidos
- Enjambres Sísmicos
- Investigaciones



Historia de la Red Sísmica de Puerto Rico

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) es parte del Departamento de Geología del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. La RSPR fue instalada en 1974 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) para la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA). El objetivo principal de la RSPR consistía en evaluar la sismicidad local con miras a la construcción de las plantas de energía nuclear de Aguirre e Islote. Estas metas fueron realizadas en 1979. Entre 1982 y 1987 la RSPR fue operada por el Centro para la Investigación de Energía y Ambiente. En 1987, ésta fue transferida al Departamento de Geología de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez.



Vista de la playa Domes en Rincón, Puerto Rico, con el domo de la planta de energía nuclear de Islote

“Durante el 2011 la RSPR localizó un total de 2,266 sismos.”

Resumen de Sismicidad 2011

En este informe se presenta la actividad sísmica que ha sido procesada por la RSPR. Se incluye un resumen de las iniciativas especiales realizadas en la RSPR durante este año. Durante el 2011 la RSPR localizó 2,266 sismos en el área de responsabilidad (ADR) o Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (latitud 17.00°-20.00°N y longitud 63.50°-69.00°O), 593 temblores más que en el año anterior. Del total de la sismicidad, 84 temblores fueron reportados como sentidos, 81 de estos localizados en nuestra ADR. Las magnitudes de los eventos sísmicos calculadas este año por la RSPR variaron de 1.0 a 5.3, aunque para los eventos sentidos las mis-

mas variaron de 1.8 a 5.3. En cuanto a las profundidades estuvieron distribuidas entre 1.1 km a 175.8 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 4.5 km a 163 km. Durante este año, la mayor liberación de energía ocurrió en el mes de diciembre con un equivalente de 2.4 kilotones. La concentración de sismicidad estuvo ampliamente distribuida en toda la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (PR/IV). A través de su programa educativo, la RSPR impactó durante este año 16,135 personas en Puerto Rico y las Islas Vírgenes Americanas y Británicas. Este informe está disponible a través del internet en nuestra página electrónica:

Sismicidad Anual

Durante el 2011 la RSPR localizó 2,266 sismos (figura 1). En comparación con el año 2010 (1,673 sismos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 35.4%. En el 2011 se localizaron 593 temblores más que en el año anterior. El mes de mayor actividad sísmica fue agosto con un total de 343 sismos, seguido por el mes de julio con 334 eventos sísmicos. El mes de menor actividad fue febrero con 81 temblores (figura 2). Durante este año las profundidades de

<http://redsismica.uprm.edu>

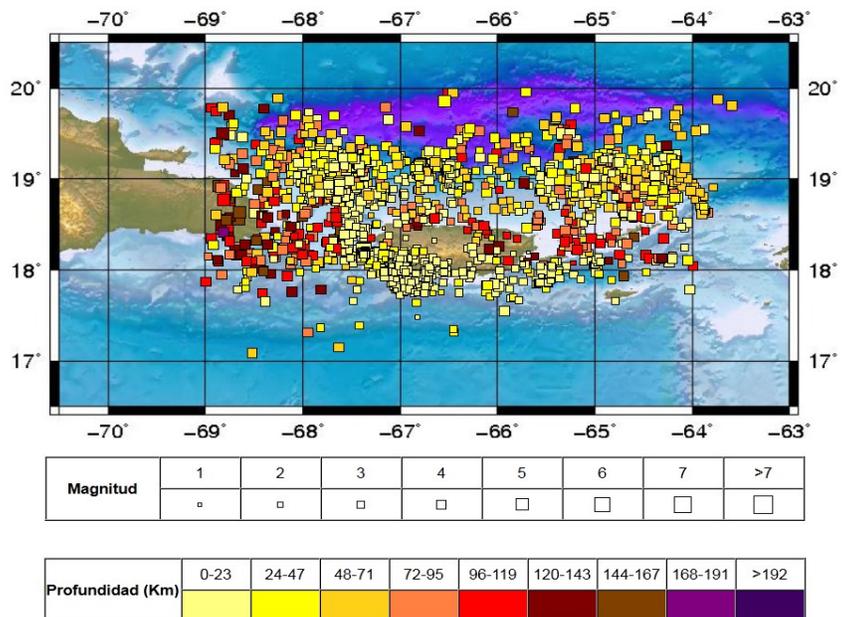


Figura 1. Mapa epicentral de los sismos localizados por la RSPR para el año 2011 (RSPR-UPRM)

los sismos variaron de 1.1 km a 175.8 km siendo los sismos con profundidades de 0 a 25 km los más frecuentes con 1,065 temblores. Los sismos entre los 150 km y 175 km son los de menor ocurrencia este año (figura 3). El aumento de sismicidad procesada durante este año se debe a una combinación de factores entre los cuales tenemos, la mejora en el sistema de acopio y análisis y la estabilización en la operación de las estaciones sísmicas. Del total de la sismicidad, 84 temblores (3.7%) fueron reportados como sentidos. En los últimos 10 años, el 2009 continúa siendo el año con mayor actividad sísmica registrada (figura 4).

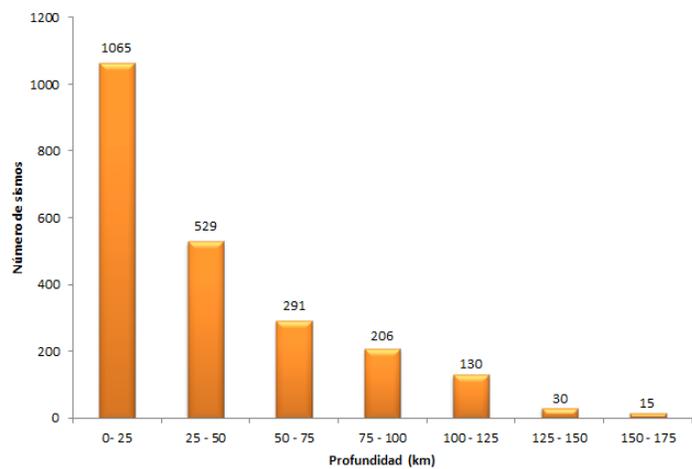


Figura 3. Distribución de sismos por profundidad para el 2011 en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (RSPR-UPRM)

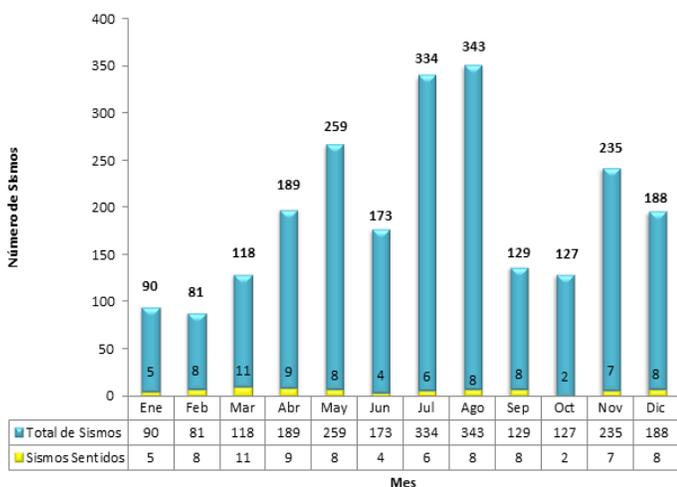


Figura 2. Distribución mensual de sismos localizados y reportados como sentidos durante el 2011 en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes por la RSPR (RSPR- UPRM).

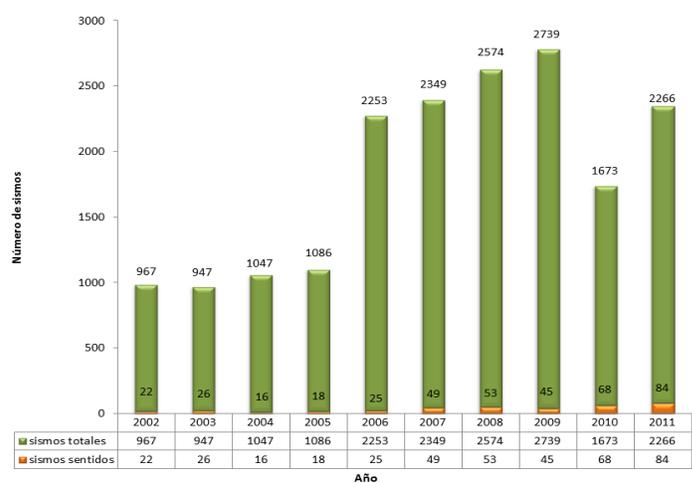


Figura 4. Distribución anual de sismos localizados y reportados como sentidos en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes desde 2002 hasta 2011 por la RSPR (RSPR-UPRM).

Sismos Sentidos

Durante el 2011 se reportaron **84** temblores como sentidos de los cuales **81 fueron localizados en el ADR** (latitud 17.00°a 20.00° y longitud -63.50° a -69.00°) (figura 5) mientras que otros tres ocurrieron fuera de la misma. El sismo sentido de mayor magnitud (5.37 Mw) en nuestra área de responsabilidad ocurrió el 16 de marzo a las 09:43:33 (hora local). Este sismo moderado fue sentido en todo Puerto Rico e Islas Vírgenes. El mismo fue localizado en la Zona de la Falla Septentrional a 77.79 km al Este-Noreste de Punta Cana, República Dominicana. Su localización fue en la latitud 19.033° N y la longitud 67.918° O, con una profundidad de 56 km.

La RSPR recibió más de 2,000 reportes, siendo la intensidad máxima V (Escala Mercalli Modificada) registrada en Mayagüez, Puerto Rico (figuras 6 y 7). Por otro lado, los terremotos ocurridos en la Zona al Oeste de Puerto Rico, el 17 de diciembre de 2011 a las 02:06:12 y 02:09:09 (hora local) también fueron sentidos ampliamente en todo Puerto Rico con una intensidad máxima de VI en el municipio de Mayagüez (figuras 8 y 9). En los últimos 10 años, el 2011 ha tenido la mayor cantidad de sismos reportados como sentidos (**84**), seguido por el 2010 con 64 sismos reportados como sentidos.

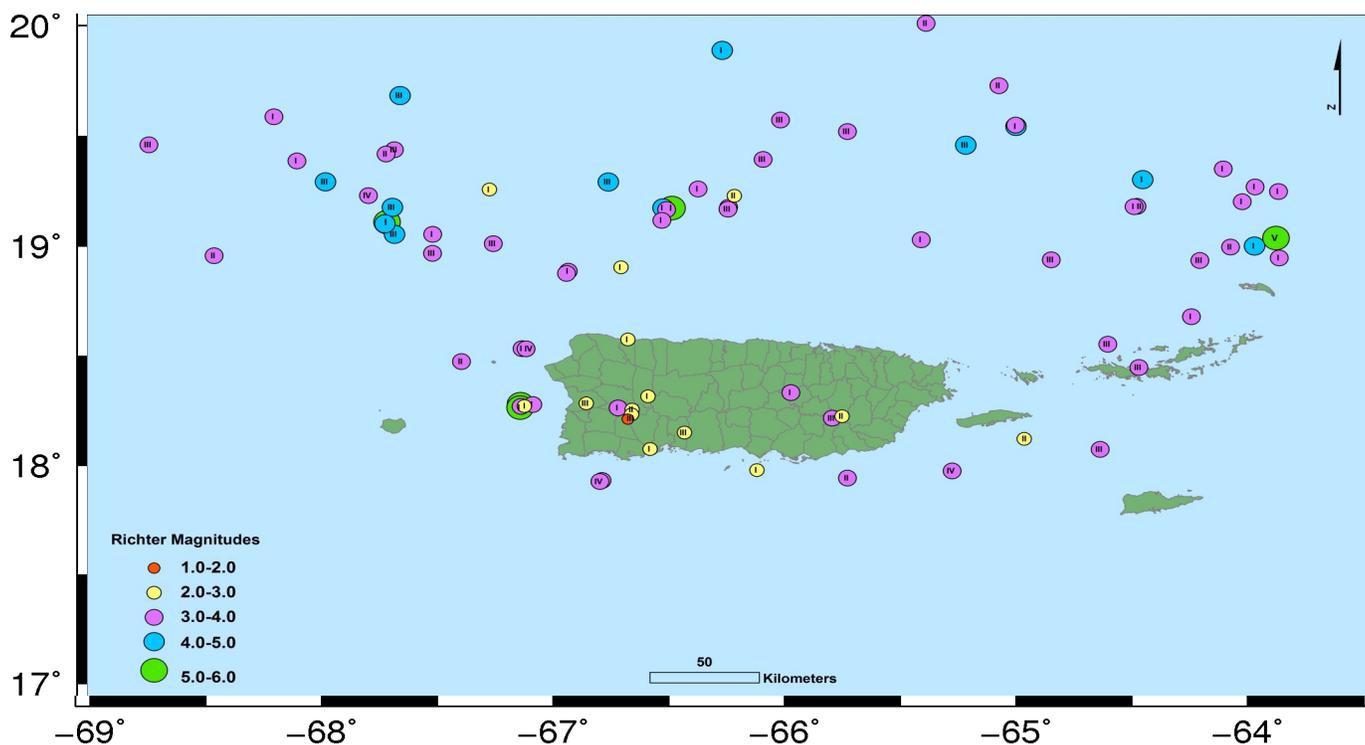
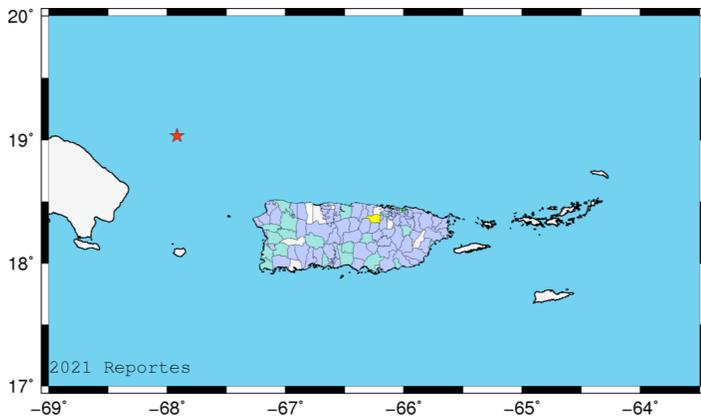


Figura 5. Mapa epicentral de los sismos sentidos (intensidad en Escala Mercalli Modificada dentro del círculo) en Puerto Rico e Islas Vírgenes para el año 2011 en nuestra área de responsabilidad (RSPR-UPRM).



RED SISMICA DE PUERTO RICO - ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA									
MOVIMIENTO PERCIBIDO	Ninguno	Debil	Ligero	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Severo	Violento	Extremo
EFECTOS ASOCIADOS	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Mínimos	Ligeros	Apreciables	Significativos	Mayores	Muy Fuertes
INTENSIDAD	I	II - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 6. Mapa de intensidades reportadas por la población (CIIM, Community Internet Intensity Maps) para el sismo sentido ocurrido el 16 de marzo de 2011 (RSPR-UPRM).

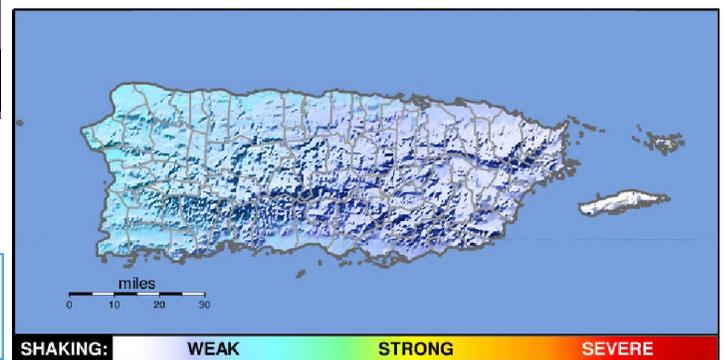
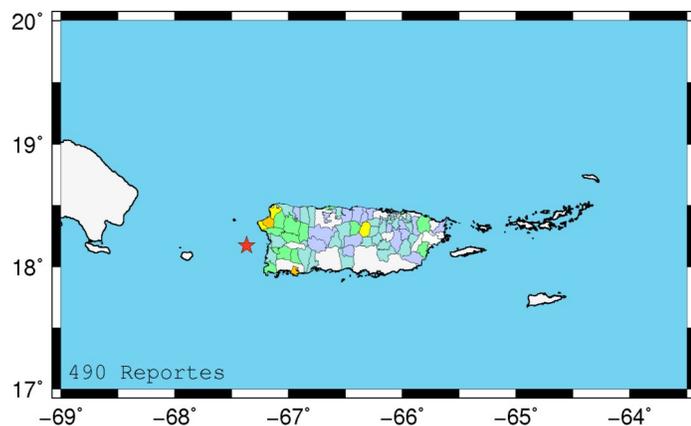


Figura 7. Mapa teórico de intensidad (ShakeMap) del sismo sentido ocurrido el 16 de marzo de 2011 (RSPR-UPRM).



RED SISMICA DE PUERTO RICO - ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA									
MOVIMIENTO PERCIBIDO	Ninguno	Debil	Ligero	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Severo	Violento	Extremo
EFECTOS ASOCIADOS	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Mínimos	Ligeros	Apreciables	Significativos	Mayores	Muy Fuertes
INTENSIDAD	I	II - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 8. Mapa de intensidades reportadas por la población (CIIM, Community Internet Intensity Maps) para el sismo sentido ocurrido el 17 de diciembre de 2011 (RSPR-UPRM).

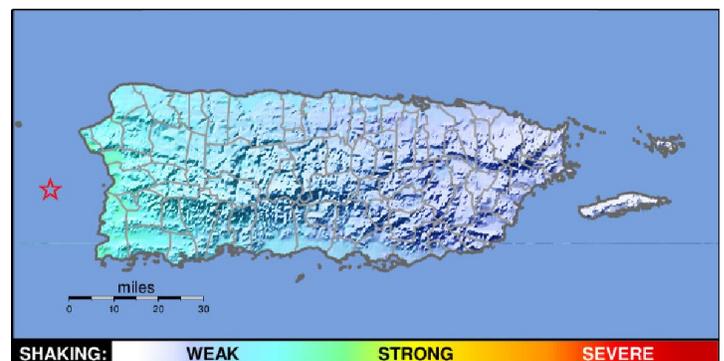


Figura 9. Mapa teórico de intensidad (ShakeMap) del sismo sentido ocurrido el 17 de diciembre de 2011 (RSPR-UPRM).

Actividad Sísmica

La tendencia de la distribución sísmica por magnitudes calculadas durante los últimos diez años muestra que el rango de magnitudes con mayor número de sismos es de 2.0 a 3.0 con un total de 8,488 sismos. Este rango de magnitudes fue seguido por magnitudes de 3.0 a 4.0 con 7,363 sismos (Figura 10). Las magnitudes calculadas por la RSPR durante este año (2011) variaron de 1.0 a 5.37, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 1.8 a 5.37. El rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos va de 2.0 a 3.0 con 1,242 sismos, seguido por magnitudes de 3.0 a 4.0 (Figura 11). El año anterior, 2010, el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos fue de 2 a 3 con 825 sismos.

La concentración de sismicidad para este año estuvo ampliamente distribuida en toda la Región de Puerto Rico (Figura 1). Las regiones sísmicas con mayor actividad fueron la **Zona de la Falla Septentrional** con 318 sismos y el **Cañón de la Mona** con 310 temblores (Tabla 1, Figura 12). Les siguió la Zona Sísmica del Sombrero, en donde se localizaron 291 sismos. Las regiones de menor actividad sísmica durante el 2011 fueron: la Región Noreste de Puerto Rico con 1 sismo y la Región Noroeste de Puerto Rico con 2 sismos.

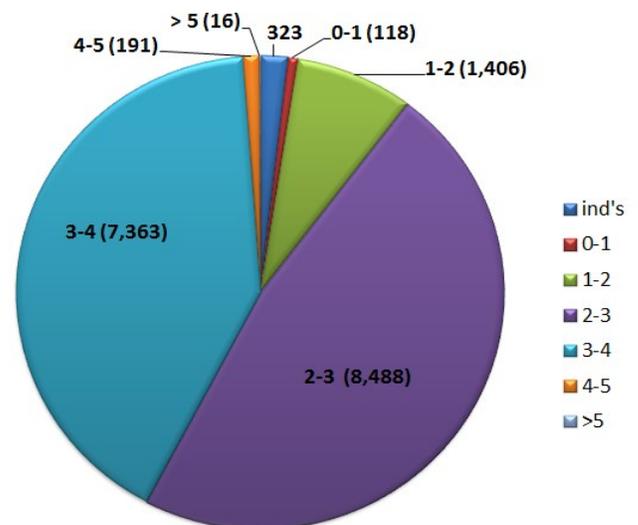


Figura 10. Distribución de magnitudes de los sismos localizados entre el 2002 y 2011 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM).

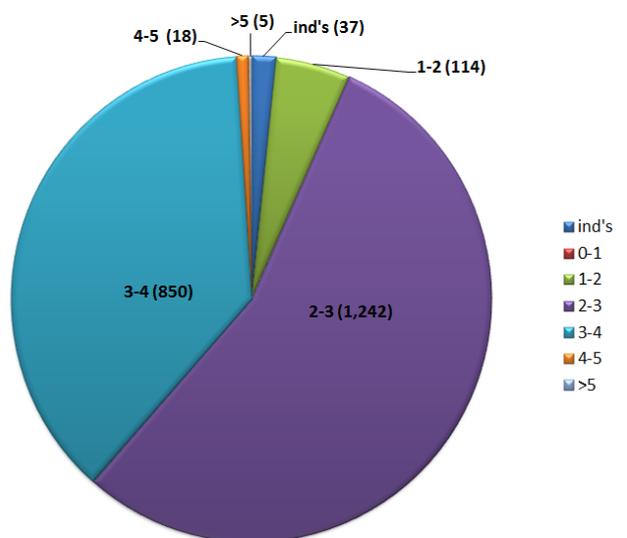


Figura 11. Distribución de magnitudes de los sismos localizados durante el 2011 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM).

Tabla 1. Distribución de la sismicidad por regiones sísmicas durante el 2011 (RSPR-UPRM).

Región Sísmica	Sismicidad Total	Sismos Sentidos	Región Sísmica	Sismicidad Total	Sismos Sentidos
1.Región Central de PR	56	8	15. Trinchera de Muertos	11	0
2. Región Sur de PR	48	2	16. Islas de Barlovento	3	0
3. Región Sureste de PR	3	0	17. Plataforma de Santa Cruz	4	0
4. Región Este de PR	11	0	18. Dorsal de Santa Cruz	0	0
5. Región Noreste de PR	1	0	19. Región Oriental de la RD	102	1
6. Región Norte de PR	23	1	20. Zona de la Falla Septentrional	318	10
7. Región Noroeste de PR	2	0	21. Pasaje de la Mona	90	1
8. Región Oeste de PR	83	6	22. Cañón de la Mona	310	2
9. Región Suroeste de PR	17	0	23. Zona de la Falla de los 19°N	274	11
10. Región AL Sur de PR	63	4	24. Zona Sísmica del Sombrero	291	8
11. Región AL Oeste de PR	59	2	25. Plataforma de Islas Vírgenes	228	8
12. Región AL Norte de PR	62	4	26. Santa Cruz	0	0
13. Región AL Este de PR	35	1	27. Depresión de las Islas Vírgenes	36	2
14. Trinchera de PR	106	10	28. Pasaje de Anegada	23	0
			TOTAL	2,266	81

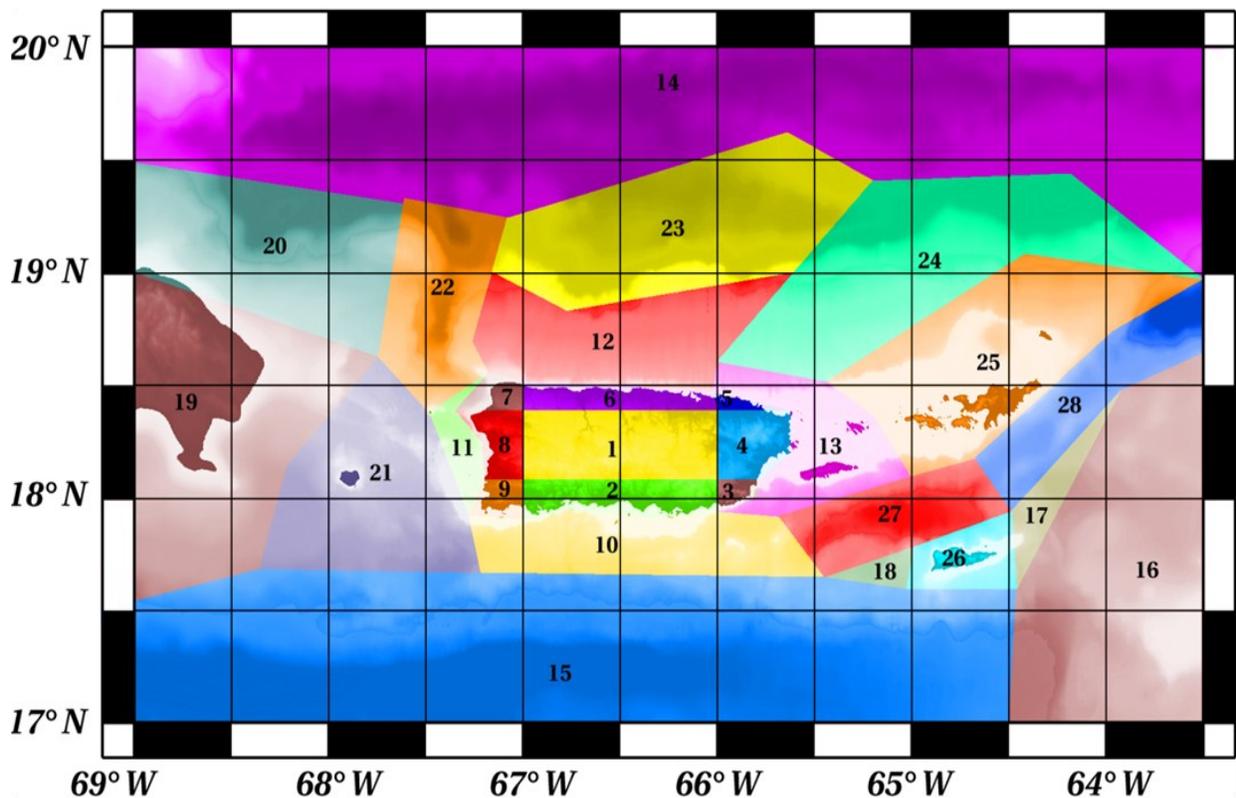


Figura 12. Mapa de las zonas sísmicas de Puerto Rico (RSPR-UPRM)

Energía Sísmica

Durante este año la mayor liberación de energía ocurrió en los meses de **marzo** y **diciembre** con un equivalente de **2.0** y **2.4** kilotones respectivamente (figura 13). Esto es debido a la ocurrencia de 3 sismos con magnitudes mayores a 5.0. Estos sismos fueron el del 16 de marzo con M5.37 y los del 17 de diciembre con M5.1 y M5.3. En este año, **2011**, con un total de **9.3 kilotones** se observó una disminución de 4.9 kilotones comparada con el año

anterior (2010, 14.2 kilotones). La distribución de la energía liberada durante los pasados 10 años muestra que el año con mayor liberación de energía fue el 2008 con 30.8 kilotones (figura 14). El total de la energía liberada durante este año es equivalente a aproximadamente un 45% de la energía liberada por la bomba de Hiroshima.

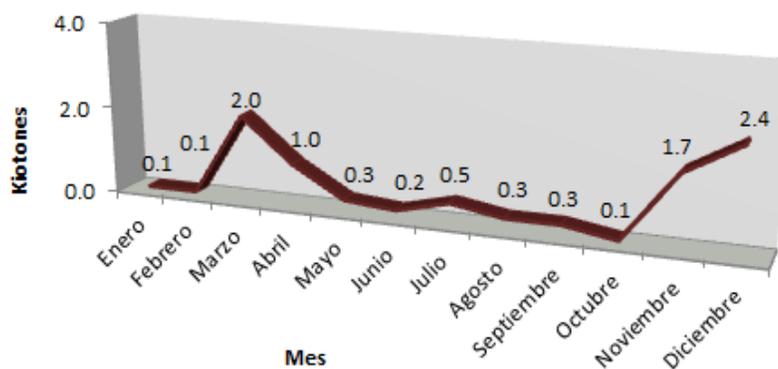


Figura 13. Energía sísmica liberada en la Región de Puerto Rico durante el 2011 (RSPR-UPRM).

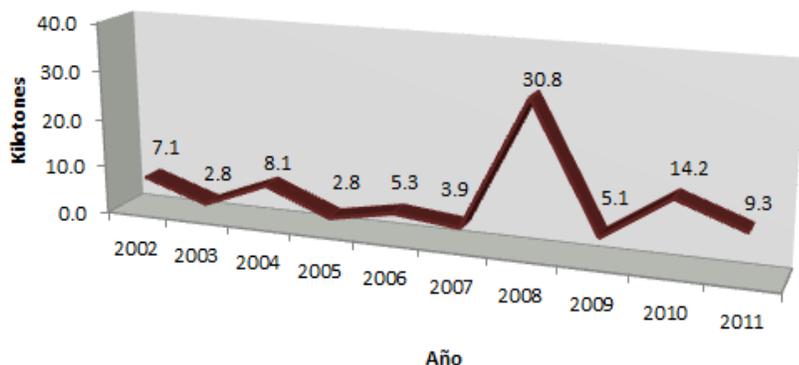


Figura 14. Energía sísmica liberada en la Región de Puerto Rico desde 2002 hasta 2011 (RSPR-UPRM).

Enjambres Sísmicos

Un enjambre sísmico ocurre cuando hay una secuencia de temblores en la misma región, con las mismas características, en un lapso de pocas horas o días. En el 2011, se generaron **12 enjambres** de sismos en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (Tabla 2). El enjambre con mayor cantidad de sismos ocurrió entre los días 14 al 15 de julio. Este enjambre consistió de eventos sísmicos ubicados en la Zona Sísmica del Sombrero y la Zona de la Plataforma de las Islas Vírgenes. Durante estos días, la RSPR localizó un total de 88 sismos en un periodo de 33 horas (figura 15), uno sólo reportado como sentido. En comparación con el 2010 se registraron 4 enjambres sísmicos menos. Es normal que los enjambres sísmicos varíen de año en año.

Tabla 2. Descripción de los enjambres sísmicos ocurridos durante el 2011 (RSPR-UPRM)

Localización del enjambre (zona sísmica)	Fecha	# sismos	Tiempo
Falla de los 19° Norte	9 de enero	8	22 hrs.
Región AL Sur de PR	16 de febrero	5	4 hrs.
Zona de Falla de los 19° Norte	5 de abril	37	12 hrs.
Zona Sísmica del Sombrero	23-24 de mayo	10	28 hrs.
Zona de Falla de los 19° Norte	26 de mayo	9	2 hrs.
Zona de la Falla Septentrional	8 de junio	5	2 hrs.
Zona Sísmica del Sombrero y la Plataforma de las Islas Vírgenes	14-15 de julio	88	33 horas
Zona de Falla de los 19° Norte	25 de julio	23	2 hrs.
Zona Sísmica del Sombrero y la Plataforma de las Islas Vírgenes	8 de sept.	5	1 hr.
Región AL Este de PR	19 de sept.	5	40 min.
Plataforma de las Islas Vírgenes	27 de sept.	5	10 min.
Zona Sísmica del Sombrero y la Plataforma de las Islas Vírgenes	12-13 de nov.	45	24 hrs.

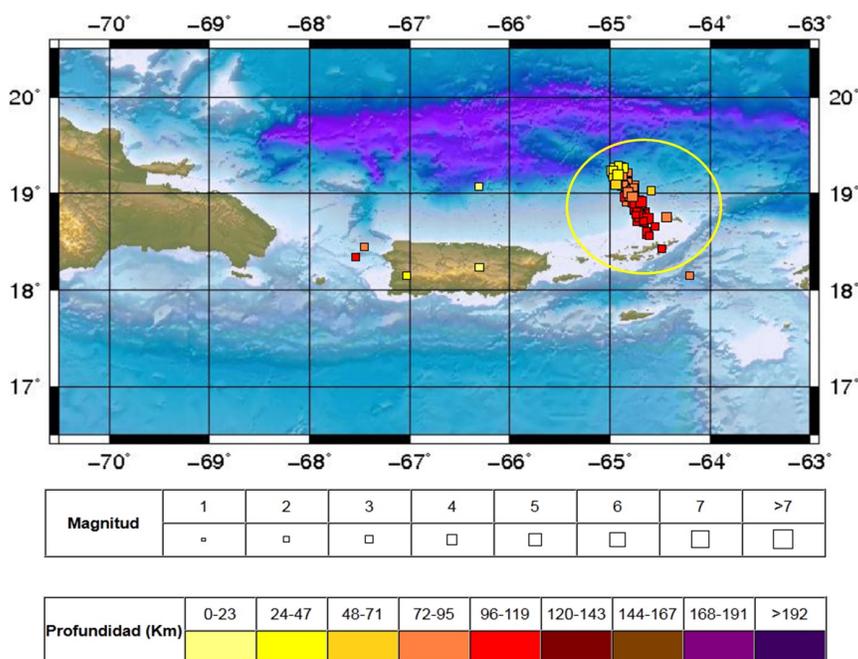


Figura 15. Mapa epicentral de los sismos asociados al enjambre sísmico (dentro del círculo amarillo) ocurrido del 14 al 15 de julio de 2011 (RSPR-UPRM).

Investigaciones Científicas



Dr. Alberto López Venegas

Durante este año, además de continuar las investigaciones en curso, hemos comenzado nuevos estudios dedicados a conocer más a fondo la estructura de la corteza y manto superior que tenemos justo debajo del bloque de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (PR/VI). Además, cuantificar la deformación de la corteza dentro de Puerto Rico gracias a casi 20 años de datos de posicionamiento global por satélite (GPS). Semi-anualmente hemos estado observando enjambres sísmicos de peculiar naturaleza al norte de Puerto Rico. Se estima que éstos enjambres sísmicos, caracterizados por no tener un evento principal y cuyos eventos tanto aumentan como disminuyen paulatinamente en varios días, ocurren en la interfase de las dos placas en interacción: Caribe y América del Norte. Dado que estos eventos ocurren al norte de la distribución de nuestras estaciones sísmicas, sus hipocentros no pueden ser determinados con exactitud, por ende, la ubicación temporera de sismómetros de fondo marino ayudan a estimar sus hipocentros de forma más robusta. El estudio del enjambre de junio 2007 refleja que los eventos ocurrieron a una profundidad que ronda los 80 a 120 km, lo cual sugiere una ruptura en la litósfera de la placa de América del Norte. Un nuevo enjambre se

registró durante este año, sin embargo el centro del mismo no se ubica en la Región Sísmica del Sombro como el enjambre del 2007, lo cual muestra las diversas zonas de liberación sísmica en la interfase de las dos placas. Para estimar mejores hipocentros para dichos eventos es necesario un despliegue anual de sismómetros marinos que provean mayor cantidad de datos.

Por otra parte, una de las grandes incógnitas de los eventos sísmicos es saber cómo ocurrió el mecanismo de falla, es decir, como los bloques que se deslizaron uno contra otro interactuaron al momento de ocurrir el evento sísmico. Sin embargo, esta información se encuentra dentro del sismograma y su reto es descifrarla. Una forma para extraer dicha información es mediante los arribos de las ondas de cuerpo, para ser exactos la onda P o Primaria, cuyo arribo, sea hacia arriba o hacia abajo indica compresión o dilatación, respectivamente. Esta forma de estimar el mecanismo de falla se puede realizar en tiempo real una vez el analista de turno procese el evento sísmico. Sin embargo, esta forma suele carecer de precisión, por lo que se prefiere un estudio más sofisticado y exhaustivo que envuelve una ventana de tiempo, usualmente de varios segundos, de la misma

onda P. Este método, desarrollado en el Laboratorio Sismológico de Berkeley, y ahora en etapa de prueba en la RSPR, se piensa implementar en un futuro a tiempo real; una vez se hayan terminado las fases de prueba como los eventos significativos del año 2010: 16 de mayo - evento con epicentro en Moca; 24 de diciembre - evento de Noche Buena con epicentro en Aguas Buenas y 12 de enero de 2010 - evento Mw 7.2 en Haití (estudiado por F. Martínez y L. Soto).

Para conocer la estructura interna del planeta podemos utilizar un gran volumen de datos sísmicos. Típicamente se utilizan datos de eventos sísmicos, sin embargo, recientemente se ha estado utilizando ruido sísmico, es decir, todo lo que se incluya en la señal de un sismograma que no sea la señal de un evento sísmico. Con este propósito se utilizan datos continuos (24/7) de varias estaciones para hacer una correlación entre ambas, sumarlas y extraer de esta forma una onda de dispersión que nos indica la estructura interna. El conocer esta estructura interna nos permite crear un mejor modelo de velocidades para así realizar mejores localizaciones tanto dentro de Puerto Rico como en las cercanías, como por ejemplo aquellos eventos que ocurren en o cerca de la trinchera de Puerto Rico. Este tipo de estudio en el Caribe no ha sido realizado con detenimiento, lo cual provee una oportunidad de crear una imagen del interior del planeta, y

así determinar la ubicación y geometría estimada de la litósfera por debajo de la superficie.

También continuamos los estudios conducentes a mapas de inundación por fuentes de deslizamientos submarinos para todas las áreas costeras de Puerto Rico. El algoritmo en uso es el desarrollado por la Universidad de Alaska por Z. Kowalik y J. Horrillo. Por el momento las simulaciones con este nuevo programa llamado *tsunami3d* han sido probadas con el escenario del tsunami del Pasaje de Mona del 11 de octubre de 1918. El mismo ha dado resultados que están a la par con los datos observados. Deslizamientos submarinos que han ocurrido en el pasado como potenciales eventos que puedan afectarnos en el futuro están siendo preparados para simulaciones. Se ha preparado un nuevo mapa de inundaciones de tsunami para toda la costa de Puerto Rico. Los resultados de inundaciones de estas nuevas simulaciones permiten producir una versión revisada de los mapas existentes de desalojo costero por tsunamis, aún falta por incluir fuentes regionales y lejanas.

Casi 20 años de datos geodéticos en la isla nos permiten estimar con un nivel alto de precisión la deformación de la corteza de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (PRVI). La interacción de las placas del Caribe y América del Norte resultan en una colisión cuyo esfuerzo deforma la corteza mediante desplazamiento en fallas y plegamiento de rocas.

Las estaciones de GPS, tanto temporeros como continuas, ubicadas en lugares claves dentro de PRVI, han permitido estimar a nivel sub-milimétrico la magnitud y dirección de la deformación (figura 16). Este estudio demuestra que el bloque PRVI es independiente de la placa del Caribe, que posee una leve rotación en contra del sentido del reloj y que el área de mayor sismicidad en PRVI, es decir, al suroeste de PR - el valle de Lajas, es donde ocurre la mayor deformación del PRVI.

Una red sísmica constantemente busca la localización idónea de las estaciones sísmicas, lo que se traduce a estaciones con poco o ningún ruido externo, lejos de centros poblados, seguros y que posean conexión a internet. Esta combinación ha resultado ser muy difícil de satisfacer ya que no todas las estaciones cumplen con todos los requisitos. Es por esto que nos hemos decidido explorar nuevos lugares. Establecer una estación nueva es una tarea ardua que refleja la complejidad del proceso. Luego se pone en prueba y los datos se transfieren a un servidor que revelan el nivel de ruido del lugar. Si la señal sobrepasa el ruido, el lugar es candidato a una instalación más robusta. Al momento se están haciendo las gestiones para nuevas estaciones en el centro-norte, sur-centro, así como para modernizar otras.



Figura 16. Instalación de GPS en Anegada, IVB (RSPR/UPRM).

Investigaciones Científicas



Gisela Báez Sánchez

Se han identificado más de 95 lugares alrededor del mundo en los cuales se ha construido una represa y ésta ha inducido terremotos. Estos sismos que surgen debido a la construcción de estos reservorios se conocen desde hace más de seis décadas. Científicos (Gupta, 2002) han encontrado que los sismos más frecuentes relacionados a este tipo de estructuras son de magnitudes menores de 4.0. No sólo se ha encontrado que estos reservorios pueden ocasionar que una zona se active sísmicamente sino que también pueden disminuir la sismicidad del área. Tanto las características geológicas y tectónicas del lugar como las características de la represa son importantes para determinar si existe el potencial de generación de sismos. La profundidad de la columna de agua y el volumen son los factores aún más importantes, siendo el primero de estos el mayor respon-

sable de los terremotos. De las varias represas que existen en Puerto Rico, el Lago Cerrillos en Ponce (figura 17) tiene en sus cercanías una estación sísmica que ha recopilado información sísmica desde hace más de 10 años (figura 18). Durante el 2011 se comenzó a estudiar la actividad sísmica en esta represa con el fin de conocer como ha afectado si de alguna manera, la construcción de esta estructura a la sismicidad de la región. Debido a que la zona contiene numerosas fallas geológicas esta investigación representa una oportunidad para documentar la sismicidad en el área que pueda relacionarse a la construcción de la misma. A partir del año 2012 se espera poder relacionar los datos de llenado y vaciado de la represa con la actividad sísmica en el área.

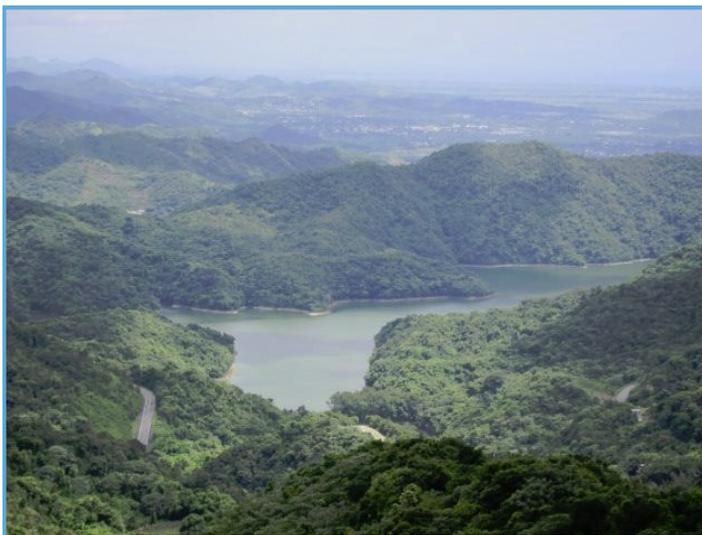


Figura 17. Vista hacia el sureste del Lago Cerrillos en Ponce (RSPR/UPRM).

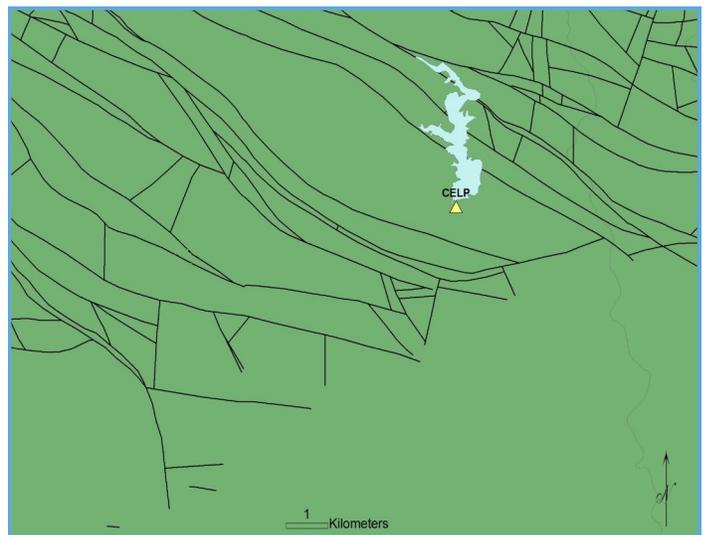


Figura 18. Fallas geológicas cercanas al Lago Cerrillos en Ponce. Triángulo representa estación sísmica (RSPR/UPRM).

Investigaciones Científicas

Zamara Fuentes

Durante el mes de febrero, varios científicos dedicados a estudiar paleo-tsunamis, visitaron la isla de Anegada en las Islas Vírgenes Británicas para estudiar los depósitos sedimentarios dejados por el Huracán Earl. Entre estos científicos se encontraban el Dr. Brian Atwater y Mr. Robert Halley (USGS, Servicio Geológico de los Estados Unidos), Dr. Martitia Tuttle (M. Tuttle and Associates) y Zamara Fuentes (Red Sísmica de Puerto Rico). Para algunos de estos científicos, es la tercera vez que visitan la isla de Anegada en busca de evidencia que indique una inundación en el pasado causada por un tsunami o una tormenta. La importancia estriba en entender cuál ha sido la frecuencia de tsunamis durante el tiempo prehistórico para así evaluar cuál es el riesgo actual en esta zona. Históricamente se sabe de terremotos que han ocasionado tsunamis, como por ejemplo el Gran Terremoto de Lisboa en el 1755, el cual generó un tsunami de grandes proporciones y del cual se tiene record en algunas islas de las Antillas Menores. Sin embargo, no existe documentación sobre el efecto de este tsunami en la costa de Anegada. La presencia de tormentas y huracanes en esta zona presenta una dificultad aun mayor para estos científicos, debido a que es necesario diferenciar los depósitos sedimentarios dejados por un huracán y aquellos dejados por un tsunami. Es por esto que estudiar los depósitos dejados por el Huracán Earl es de tanta relevancia. Durante los pasados viajes a Anegada se encontró un depósito de sedimento el cual fue fechado entre 1650 y 1800 y el cual se cree fue resultado del tsunami generado en Lisboa en 1755. El viaje de febre-

ro se enfocó en estudiar el depósito dejado por Earl. Se buscaron depósitos en salinas naturales donde crecían “mats” microbianos (figura 19). La alta salinidad no permite que organismos se internen en las capas de sedimento y las destruyan por lo cual se esperaría sirvan para mantener un record intacto de inundación. El depósito dejado por el Huracán Earl se pudo encontrar en algunas áreas de la costa, pero este era muy fino y no alcanzó gran distancia desde la costa, en comparación con el record fechado entre 1650 y 1800. Como parte de su tesis doctoral Zamara Fuentes Figueroa estará analizando el record sedimentario en las muestras para así identificar, describir e interpretar el depósito dejado por el Huracán Earl y aquellos depósitos antiguos que no hayan sido identificados aún.



Figura 19. La geóloga Zamara Fuentes y el Dr. Brian Atwater analizando el depósito dejado por el Huracán Earl en una salina (RSPR/UPRM).

Investigaciones Científicas

Lillian Soto



Durante este año se comenzó el estudio de sismos profundos, moderados, sentidos en toda la Isla, que ocurrieron en el año 2010; particularmente el evento del 16 de mayo (M 5.8) con epicentro en Moca y el de la víspera de Navidad (M 5.4) con epicentro en Aguas Buenas. Estamos utilizando la metodología desarrollada por el Dr. Douglas Dreger de la Universidad de California en Berkeley, quien colabora en esta investigación, para la determinación del Tensor de Momento Regional de los sismos mediante el modelaje de formas de onda de estos eventos. El estudio de los tensores de momento regionales en conjunto con datos geológicos, tectónicos y sismológicos nos permite entender el modo de ruptura de las fallas. Los eventos profundos (prof. > 60 km) no son muy frecuentes en la región por lo que este estudio nos permitirá mejorar nuestro conocimiento sobre las variaciones, y la mecánica de la placa de Norte América según se subduce bajo la Placa del Caribe a lo largo de la Trinchera de Puerto Rico (figura 20).

Por otro lado, para mejorar la capacidad de detectar microsismos superficiales en la región sureste de Puerto Rico particularmente en las inmedia-

ciones de las Represas Carite y Patillas, se continuó con el proyecto para la instrumentación sísmica y geodésica de dicha región; el cual recibe fondos de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA por sus siglas en inglés). Junto con el personal de instrumentación de la RSPR se comenzó la adquisición de los equipos científicos. Además continuamos el trabajo de campo e instalación de estaciones temporeras. El análisis del nivel de ruido de trasfondo de las estaciones temporeras fue presentado en la Conferencia COCONet auspiciado por UNAVCO y se puede acceder en:

http://prsn.uprm.edu/~lillian/COCONet_poster.pdf.

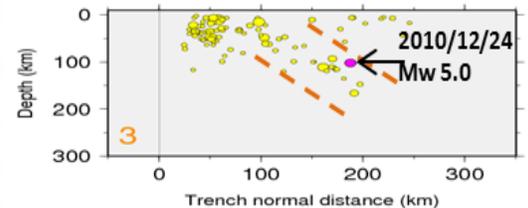
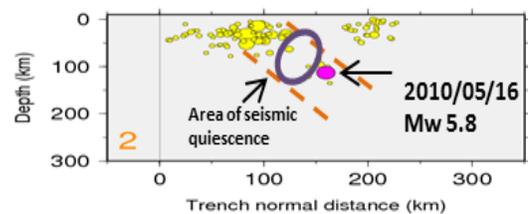
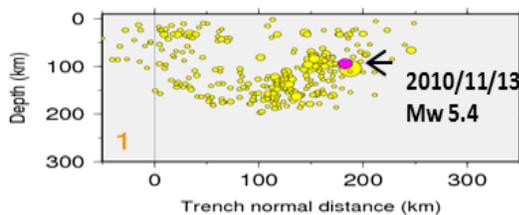
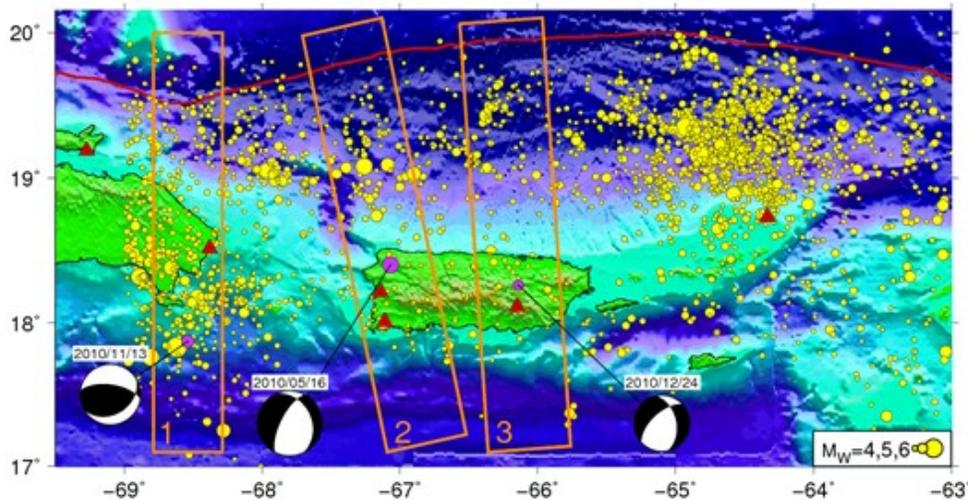


Figura 20. Cortes transversales perpendiculares a la Trinchera de PR. Las líneas entrecortadas representan la Placa de Norte América (RSPR/UPRM).

Operaciones

Gisela Báez Sánchez

Durante este año, se han continuado los trabajos para el establecimiento de un Manual de Operaciones de la RSPR. Este Manual describe la historia, los trabajos de las distintas áreas de la RSPR así como los componentes de seguridad para el cumplimiento cabal de nuestra misión y objetivos como institución. El Manual es una guía que describe todas las operaciones de la RSPR según planteadas en nuestros objetivos y van desde la instalación de las estaciones sísmicas, mareográficas y de GPS, la arquitectura de sistemas de información y comunicaciones, planes de respuesta a emergencias, protocolos y procedimientos en el análisis y procesamiento de datos geofísicos y la diseminación de productos de terremotos y tsunamis.

Como parte del mejoramiento de las operaciones se están probando nuevos métodos de comunicación entre agencias de emergencias dentro de nuestra área de responsabilidad (como lo es el EMnet). La redundancia de los sistemas de comunicaciones y diseminación de información de terremotos y tsunamis es fundamental para una respuesta efectiva y temprana que nos permita no sólo dar la información precisa en el menor tiempo posible sino salvar vidas.

A nivel de preparación de nuestro personal se ha participado activamente en varios seminarios y conferencias relacionados al tema de operaciones de emergencias y respuesta a emergencias junto a AEMEAD y FEMA. Con FEMA se está trabajando activamente en la implementación del programa

federal COOP (por sus siglas en inglés, *Continuity of Operations Plan*) para las agencias gubernamentales. Este programa persigue la preparación de las agencias para que ante la eventualidad de una emergencia que las afecte, estas puedan continuar operando. Además la RSPR participa activamente del Comité de Operaciones de Emergencias del Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

Como parte del mejoramiento continuo de nuestras operaciones y respuesta a emergencias coordinamos el ejercicio de tsunamis CaribeWave/LANTEX, con las agencias de respuesta a emergencias dentro de nuestra área de responsabilidad. Al igual que en años anteriores la RSPR es la agencia líder en la implementación de este ejercicio de comunicaciones para Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Para el mismo trabajamos en conjunto con el WCATWC (Centro de Alerta de Tsunamis de Alaska y la Costa Oeste), Programa de Alerta de Tsunamis del Caribe, NWS-NOAA y AEMEAD, entre otras agencias.

Al finalizar el 2011 nuestro personal fue adiestrado por la AEMEAD en el Programa CERT, brindándonos herramientas para poder responder de manera rápida y segura a múltiples emergencias.

Operaciones

Javier Charón y María Torres



Durante este año, se presentó el diseño de las futuras bóvedas para equipos sísmicos, tales como sismómetros y acelerómetros. Hasta el momento se han diseñado dos tipos de bóvedas, una rectangular y una tubular, ambas para ser instaladas a una profundidad de 7 pies. Esta última se creó basada en bóvedas instaladas por IRIS, por sus siglas en inglés (*Incorporated Research Institutions for Seismology*). Estas no permitirán el flujo de esorrentías al interior de las mismas, además están diseñadas para que el personal técnico tengo un fácil acceso a los equipos sin sacrificar la seguridad de los mismos. La figura 21 muestra el dibujo conceptual de la bóveda rectangular (preparado por Daniel Mercado). Este diseño fue utilizado para la nueva estación sísmica que se esta construyendo en el municipio de Patillas (figura 22).

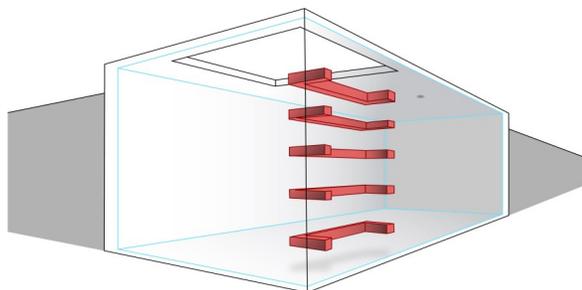


Figura 21. Diseño de bóveda realizado por el Ing. Charón (RSPR/UPRM).



Figura 22. Bóveda en Patillas (RSPR/UPRM).

Durante el 2011 se ha trabajado además en la documentación y guía del nuevo *Broadcast Server* y mejoramiento de *shakemaps*. El *BroadCast Server* es un programa desarrollado en la RSPR y mejorado que se utiliza para enviar información de terremoto y tsunamis a las agencias pertinentes de respuesta a emergencias en nuestra área de responsabilidad. Esta herramienta facilitará a los analistas de datos geofísicos de la RSPR emitir información referente a terremotos como la magnitud, latitud, longitud, profundidad y la región en donde ocurrió el mismo. Se espera que con esta nueva herramienta la emisión de información sea mas rápida y efectiva. Los *Shakemaps* son una representación gráfica del movimiento de la tierra producido por un sismo. Estos mapas nos muestran en tiempo real el movimiento y sacudida (*shaking*) que produce un sismo significativo (figura 23). En este proyecto se estarán utilizando las medidas de aceleración *Peak Ground Acceleration* y *Peak Ground Motion* que se producen durante un terremoto y que se obtienen mediante los sismómetros y acelerómetros (instrumentos que miden la velocidad o aceleración utilizando las sísmicas).

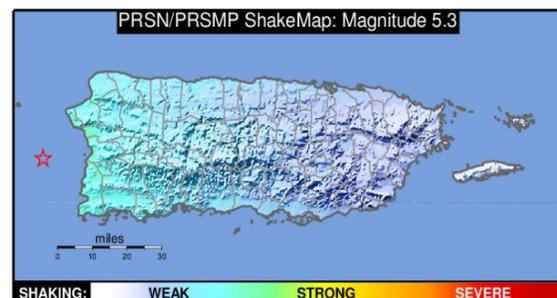


Figura 23. Shakemap evento del 17 diciembre 2011.

Operaciones

Francis Pérez y Benjamín Colón



En el 2011 iniciamos el estudio de la geología local de las estaciones sísmicas para su caracterización e identificación (figura 24). El proyecto se encuentra en su fase inicial y actualmente se trabaja para presentarse como propuesta. El mismo consiste de dos partes principales. En la primera se estará utilizando el ruido o las vibraciones ambientales. La mayoría de los daños causados por terremotos son resultado de las condiciones geológicas locales, la cuales afectan la propagación de las ondas sísmicas. Utilizando datos de ruido se puede obtener información muy valiosa en cuanto a la geología del área, ya que dependiendo el tipo de roca, la onda viajará de una manera muy distintiva. La segunda parte del proyecto estará compuesta de visitas al campo a las estaciones sísmicas y poder corroborar la resultados que se obtendrían de la primera parte de la investigación. Se espera que para principios del año 2013 completar la propuesta para posteriormente comenzar con la primera fase de ésta.



Figura 24. Estación de Isla de Mona, la misma se encuentra sobre rocas calizas (RSPR/UPRM).

Parte integral del sistema de monitoreo para la detección de tsunamis consta de múltiples estaciones de mareógrafos y boyas DARTS. Estos sistemas incluyen estaciones locales (en Puerto Rico), a nivel regional e internacional. Actualmente en la RSPR se está trabajando en la actualización y mejoras de estos sistemas. Para ello, se analizan las estaciones internacionales a lo largo del Océano Atlántico y el Mar Caribe que serían significativas en caso de que ocurriera un evento tsunamigénico. Estas estaciones serán añadidas a nuestro sistema de monitoreo (figura 25), ofreciéndonos una mayor cobertura, para así obtener una mejor respuesta de emergencia, ante un tsunami. Por otra parte, se está trabajando en la generación de datos de mareas teóricas y para obtener comparaciones con los datos de mareas en tiempo real que se registran a diario en la RSPR. Entre otras mejoras, se encuentran la generación de mapas con la localización de los mareógrafos y actualizaciones al enlace de detección y alerta de tsunami en la página de internet.

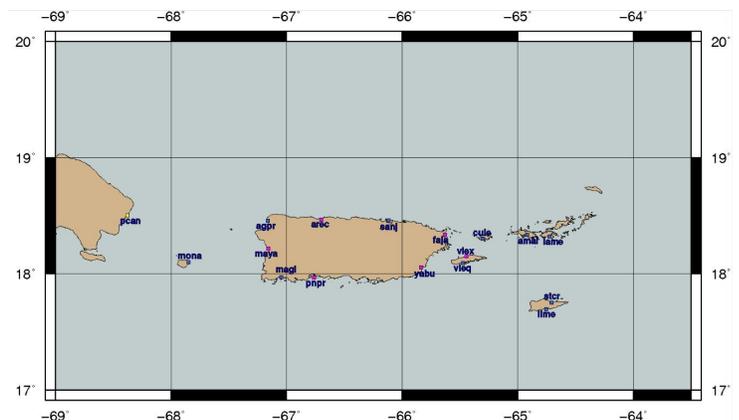


Figura 25. Mapa de estaciones mareográficas en nuestra ADR (Benjamín Colón, RSPR/UPRM).

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) continúa su esfuerzo de mantener su sistema de monitoreo de terremotos y tsunamis en tiempo casi-real, el cual complementa el servicio provisto por el Centro de Monitoreo de Tsunami de Alaska (a nivel federal) para nuestra área de responsabilidad (ADR) la cual incluye Puerto Rico, las Islas Vírgenes Estadounidenses y Británicas. La RSPR opera 24 estaciones sísmicas en nuestra ADR y realiza intercambio de datos sísmicos con sobre 20 instituciones a nivel mundial (tabla 3). Durante este año se continuó incorporando estaciones internacionales a nuestro sistema de monitoreo y detección rápida *Early Bird*. Al presente, nuestro sistema recibe datos en tiempo casi-real de 106 estaciones regionales e internacionales; 30 estaciones adicionales respecto al 2010. Para el monitoreo del nivel del mar la RSPR analiza datos de 17 mareógrafos (7 pertenecientes a RSPR y 10 a NOAA) en nuestra ADR al igual que boyas y mareógrafos ubicados en el Caribe y el Atlántico. Este año se incorporó a nuestro sistema de monitoreo en tiempo casi-real datos de los mareógrafos de Haití, Granada y Dominica. Durante un evento con potencial tsunamigénico que pueda afectar a Puerto Rico, la RSPR obtendrá una localización preliminar del mismo, determinará el nivel de alerta de tsunami para Puerto Rico e Islas Vírgenes y diseminará esta información a los puntos focales de alerta designados en nuestra ADR. En el caso de Puerto Rico los puntos focales son: (1) la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD) y (2) el Servicio Nacional de Meteorología, Oficina de Pronósticos de San Juan. Es la AEMEAD la entidad encargada de diseminar la información de tsunami a las Oficinas Municipales para el Manejo de Emergencias (OMME),

comunidades y ciudadanía en general y activar los planes de tsunami de ser necesario. Como parte del desarrollo y actualización de nuestro proceso de respuesta ante tsunami, en el 2011 se completó la implementación de la segunda fase y se comenzó a trabajar arduamente en la tercera fase del mismo. Se implementó el uso de un banner (figuras 26 a-d) que se actualizará en la página inicial de nuestro portal cibernético cuando se cambie el nivel de alerta de tsunami para nuestra ADR. De esta manera la ciudadanía tendrá información continua y actualizada sobre el nivel de alerta de tsunami en que nos encontramos. Al igual se desarrolló un protocolo para emitir la información de alerta de tsunami vía SMS.

Tabla 3: Instituciones a nivel mundial con las cuales la RSPR realiza intercambio de datos sísmicos

Observatorio Volc. y Sismológico de Guadalupe (Antillas Francesas)
Instituto Meteorológico de los Países Bajos (Antillas Holandesas)
Universidad de São Paulo (Brasil)
Red Sísmica Nacional de Colombia
OVSICORI (Costa Rica)
Servicio Nacional de Estudios Territoriales (El Salvador)
Red Sísmica Nacional de E.U.
Red Sismográfica de Lamont-Doherty (E.U.)
Departamento de Recursos Naturales de Canadá (Haití)
Red Sísmica de las Islas Caimán
Servicio Sismológico Nacional (México)
Universidad de Colima y Universidad de Querétaro (México)
INETER (Nicaragua)
Red Sísmica de Chiriquí (Panamá)
Instituto Sismológico Universitario (República Dominicana)
Centro de Investigación Sísmica de la Universidad de las Indias Occidentales (Trinidad y Tobago)
Servicio Geológico de Estados Unidos, Consorcio IRIS (Estados Unidos)
Observatorio GEOSCOPE (Francia), Proyecto IDA (Universidad de California en San Diego)

Lillian Soto Cordero



Figura 26a. Banner que se actualizara según el mensaje de alerta de tsunami para el ADR. Este nivel de alerta indica peligro, debe correr a tierras altas (RSPR-UPRM).



Figura 26b. Banner que se actualizara según el mensaje de alerta de tsunami para el ADR . Este nivel de alerta indica posibles corrientes locales, mantenerse atento a las instrucciones de agencias de emergencias (RSPR-UPRM).



Figura 26c. Banner que se actualizara según el mensaje de alerta de tsunami para el ADR . Este nivel de alerta indica peligro potencial, permanecer alerta para mas información (RSPR-UPRM).



Figura 26d. Banner que se actualizará según el mensaje de alerta de tsunami para el ADR (en el portal cibernético de la RSPR <http://redsismica.uprm.edu>) . Este nivel de alerta indica no peligro (RSPR-UPRM).

Sistemas de Monitoreo

Juan Lugo, Javier Santiago, José Cancel y Celestino Lucena

En el 2011 la RSPR continuó operando 24 estaciones sísmicas de un total de 25, en su área de responsabilidad. De estas 16 son de banda ancha y 9 son estaciones de periodo corto (figura 27). Durante este año se ha continuado con el mantenimiento rutinario que requieren estas estaciones en y fuera de Puerto Rico. La red de mareógrafos cuenta con una red de 17 mareógrafos o medidores del nivel del mar, cada uno con dos sensores de nivel de agua, 10 operados por el NOS (*National Ocean Service* de NOAA, por sus siglas en inglés) y 7 por la RSPR. Esta red tiene la capacidad para detectar tsunamis (*TsunamiReady Tide Gauges*). Las estaciones mareográficas de la RSPR también incluyen equipo meteorológico. Estas estaciones fueron financiadas por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés). Los datos de estas estaciones continúan incorporados a los procesos rutinarios de la RSPR. Durante este año se continuó el proyecto con la Universidad de Hawaii y UNAVCO para instalar nuevas estaciones de medir mareas y tsunamis

en el Caribe. En el 2011 se lograron instalaciones en Curazao, Dominica y Grenada. Adicional a estas, continuamos planificando la instalación de estaciones en: Haití, Nicaragua, Guatemala, Panamá, Colombia, Granadine, St. Kitts y República Dominicana.



Sismómetro de Mayagüez



Mareógrafo de Vieques

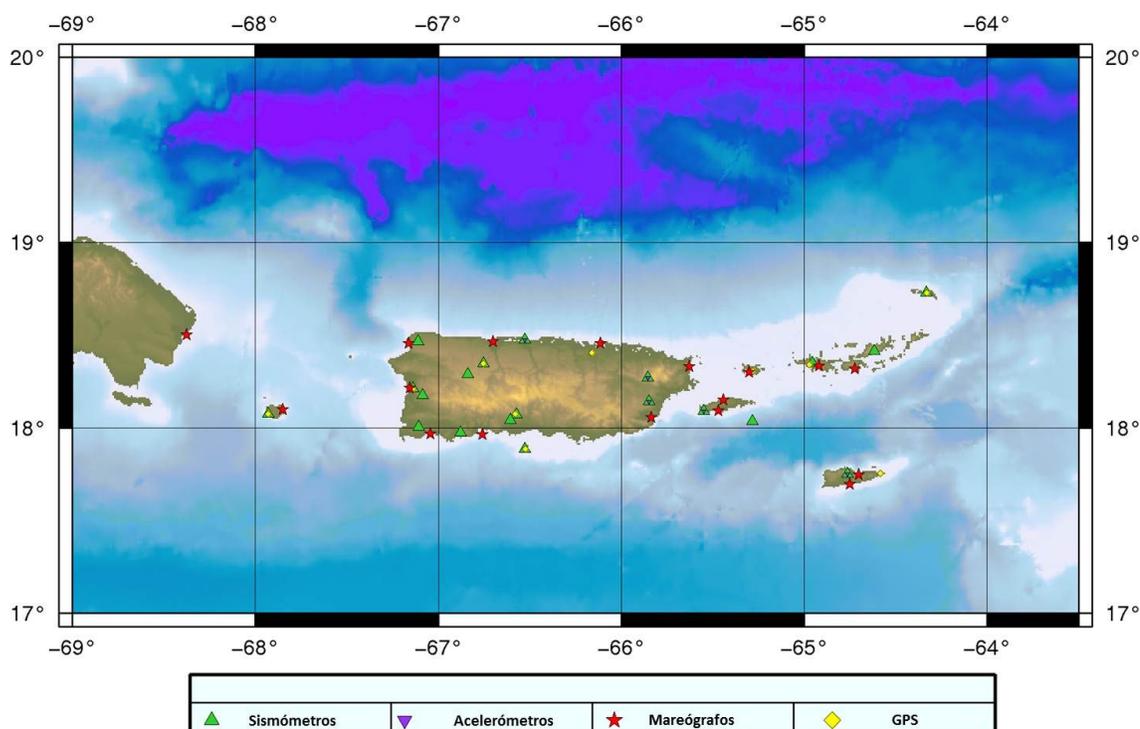


Figura 27. Mapa con la distribución de las estaciones operadas por la RSPR (GPS permanentes, sismómetros, mareógrafos y acelerómetros). (RSPR-UPRM)

Programa Educativo

Glorymar Gómez



En el 2011 el programa educativo de la RSPR continuó ofreciendo charlas educativas tanto en nuestras facilidades como en diferentes ciudades de Puerto Rico, educando a un total de 16,315 personas. La RSPR impactó a niños de 4to grado de escuelas públicas, de las diferentes zonas educativas, en aspectos de prevención de emergencias mediante el Programa Aprendo y Prevengo, en las cuales participaron agencias como la AEMEAD, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), OMME de los diferentes municipios y FEMA, así como el Departamento de Bomberos de Puerto Rico, Policía de Puerto Rico, entre otros. El programa educativo tuvo a su cargo un total de 426 actividades educativas (tabla 4). Hasta el 2011, el programa educativo ha sido una iniciativa conjunta de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) del Departamento de Geología del Recinto Universitario de Mayagüez de la UPR y el Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico (PMFPR) del Departamento de Ingeniería Civil, del mismo recinto.

El personal de la RSPR también participó en variadas entrevistas, tanto de radio y televisión como de prensa escrita. Incluyendo, entre ellas, la participación de la pauta radial en la Emisora Casa Pueblo de Adjuntas, todos los viernes en la mañana. Nuestro programa participó y proveyó el escenario para un evento del Programa Operación Éxito, el cuál

impacta a cientos de estudiantes de escuela intermedia y superior en toda la isla. Igualmente, tuvimos mesas informativas en una serie de Ferias de Servicio y Empleo en distintos municipios del área oeste. También se diseñaron posters y material educativo. El programa educativo de la RSPR trabajó activamente en el Ejercicio Lantex 2011, el día 23 de marzo de 2011. Miembros de nuestra área viajaron a varios municipios costeros en el rol de observadores durante los respectivos simulacros durante dicho ejercicio.

Tabla 4: Actividades de educación y promulgación realizadas durante el 2011 por la RSPR.

Actividades	Cantidad
Escuelas públicas y privadas	88
Charlas y talleres a través de AEMEAD y OMME	7
Conferencia a Agencias Federales, Estatales y Municipales	78
Charlas a iglesia, centros geriátricos y/o cárceles	14
Charlas a comunidades y/o urbanizaciones	28
Ferias (incluyendo mesas informativas)	17
Charlas en hospitales	3
Talleres de TsunamiReady	7
Charlas a Universidades	33
Entrevistas en radio, televisión y prensa escrita (incluye la participación de la pauta radial con la Emisora Casa Pueblo)	151
Total	426



Nuestros científicos y demás personal educando como parte del programa Operación Éxito.



Día de las Ciencias Terrestres celebrado en Mayagüez Mall.

La RSPR impactó un total de 16,135 personas



Personal de instrumentación sísmica educando como parte del programa Operación Éxito.



Día de las Ciencias Terrestres celebrado en Mayagüez Mall.



Día de las Ciencias Terrestres celebrado en Mayagüez Mall.

Programa Tsunami Ready

Carolina Hincapié y Wildaomaris González



El Programa TsunamiReady fue desarrollado por el Servicio Nacional de Meteorología (SNM-NOAA) para ayudar a las comunidades costeras a reducir el potencial de un desastre como consecuencia de un tsunami. En Puerto Rico la Red Sísmica de Puerto Rico recibe los fondos del programa NTHMP (National Tsunami Hazard and Mitigation) para ayudar a los municipios costeros a ser reconocidos como Tsunami Ready. Durante el año 2011 los municipios de Arroyo, Patillas, Guayama, Maunabo, Yabucoa, Humacao, Naguabo, Ceiba, Fajardo, Luquillo, Vieques y Culebra se integraron al Programa TsunamiReady en Puerto Rico. Por otro parte, en los municipios de Arroyo, Guayama, Juana Díaz, Santa Isabel, Patillas, Guánica, y Peñuelas, se llevó a cabo el taller TsunamiReady donde se presentó y discutió el borrador del mapa de desalojo por tsunami a los líderes comunitarios, industria, hoteles y hospederías, y al personal de las agencias encargadas de atender la emergencia con el objetivo de obtener una versión final del mapa que se ajuste a las necesidades de la comunidad para enfrentar un desalojo viable y práctico del área inundable por tsunami. Además, varios municipios cumplieron con los requisitos establecidos por el SNM/NOAA para obtener el reconocimiento como municipios TsunamiReady (tabla 5). Toa Baja, ha sido el primer municipio en Puerto Rico que cumplió con los requisitos del programa por autogestión. En el 2011, en Puerto Rico hay 19 municipios reconocidos como TsunamiReady y 15 munici-

pios en proceso. A los municipios de Guánica, Patillas, Salinas, Santa Isabel y Yauco, se encuentran en la etapa final para completar los requisitos del programa. Las ceremonias de reconocimiento de los municipios de Isabela, Quebradillas, Guayama, Toa Baja y Arroyo, contaron con la presencia de los respectivos alcaldes. Por otra parte, para complementar el programa educativo en las escuelas del país se desarrolló un Currículo de tsunamis con actividades variadas para todos los grados. Accede a estos y otros recursos en:

<http://www.prsn.uprm.edu/Spanish/tsunami/educacion.php>

Tabla 5: Municipios reconocidos TsunamiReady durante el año 2011.

Municipio	Reconocido	Fecha de reconocimiento
Arroyo	√	7 de noviembre
Guayama	√	20 de septiembre
Guayanilla	√	29 de agosto
Isabela	√	7 de abril
Juana Díaz	√	20 de septiembre
Peñuelas	√	8 de diciembre
Quebradillas	√	13 de julio
Toa Baja	√	8 de diciembre



Actividad de reconocimiento de Arroyo junto al Hon. Basilio Figueroa de Jesús.



Taller Tsunami Ready a Guayama y Arroyo.



Actividad de reconocimiento de Arroyo junto al Hon. Basilio Figueroa de Jesús.



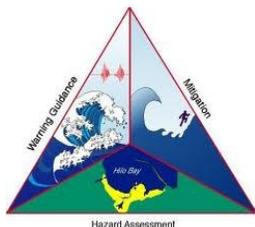
Actividad de reconocimiento de Guayama junto a la Hon. Glorimari Jaime Rodríguez.



Actividad de reconocimiento de Toa Baja junto al Hon. Anibal Vega Borges.

Financiamiento

Durante este año, el funcionamiento 24 horas los siete días de la semana (24/7), las mejoras y los proyectos realizados en la RSPR fueron posibles gracias a la asignación de fondos de la Universidad de Puerto Rico (UPR), del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELA, Ley 106 de 2002), el Gobierno Central (ELA OGP), la agencia estatal de manejo de emergencia (AEMEAD) y el gobierno federal. Los fondos locales (UPR, ELA, y fondo general) junto al proyecto NOAA-Operaciones subsidian las operaciones 24/7 de la RSPR. Los fondos federales provinieron del *United States Army Corps of Engineers (USACE)*, el *National Tsunami Hazards and Mitigation Program (NTHMP)*, el *National Weather Service (NWS)*, el *National Earthquake Hazard Reduction Program (NEHRP)*, el *United States Geological Survey (USGS)*, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (*FEMA*, por sus siglas en inglés) y la *National Science Foundation (NSF)*. Las investigaciones han sido financiadas tanto por fondos locales como federales.



FEMA



US Army Corps
of Engineers®

INFORME ANUAL 2011

Marianela Mercado Burgos

Gisela Báez Sánchez

Harold J. Irizarry Muñoz

Editores

Daniel J. Mercado Rosario

Diseño gráfico y de portada

El informe anual es una publicación de la Red Sísmica de Puerto Rico.

Dirección postal:

Departamento de Geología,
Recinto de Mayagüez,
Universidad de Puerto Rico, Call Box 9000,
Mayagüez, Puerto Rico, 00681-9000

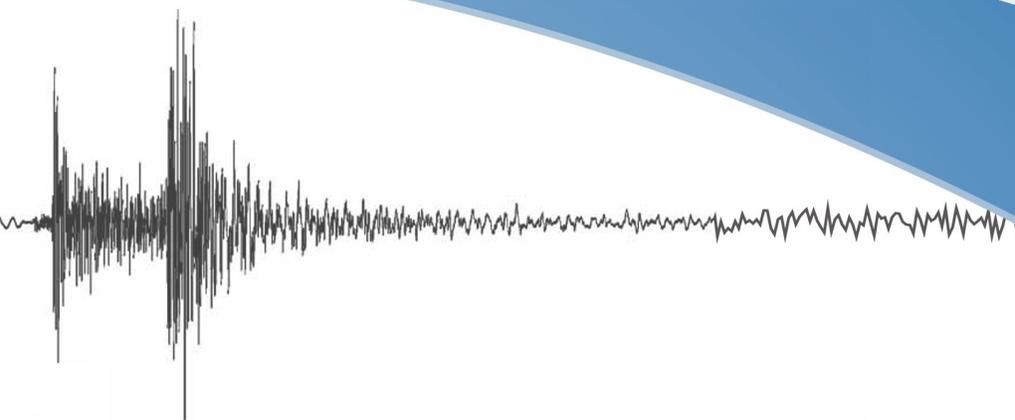
Dirección electrónica:

<http://redsismica.uprm.edu/Spanish/>

Para preguntas y más información favor escribir a:
staff@prsn.uprm.edu o llamar a: 787-833-8433



Las Ruinas del Faro de Aguadilla
Destruído durante el terremoto de 1918.



Dirección postal:

Departamento de Geología,
Recinto de Mayagüez,
Universidad de Puerto Rico, Call Box 9000,
Mayagüez, Puerto Rico, 00681-9000

E-mail: staff@prsn.uprm.edu

Teléfono: 787-833-8433

