

Informe Anual 2009





Puntos de interés:

- *Sismicidad Anual*
- *Sismos Sentidos*
- *Actividad Sísmica*
- *Enjambres Sísmicos*
- *Operaciones e Investigaciones*
- *Educación y Promulgación*



Contenido:

<i>Sismicidad Anual</i>	2
<i>Sismos Sentidos</i>	3
<i>Actividad Sísmica</i>	6
<i>Enjambres Sísmicos</i>	8
<i>Operaciones e Investigaciones</i>	8
<i>Equipo de Monitoreo</i>	11
<i>Educación y Promulgación</i>	12
<i>Financiamiento</i>	13
<i>Personal</i>	14

Resumen Anual 2009

Este informe presenta la actividad sísmica que ha sido procesada por la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) del Departamento de Geología (UPR-Mayagüez). También se incluye un resumen de las iniciativas especiales realizadas en la RSPR durante este año. Durante el 2009 la RSPR localizó 2,739 sismos en el área de responsabilidad (latitud 17.00°-20.00°N y longitud 63.50°-69.00°O), 165 temblores más que en el año anterior. Del total de la sismicidad, 45 temblores fueron reportados como sentidos, de los cuales 43 fueron localizados en nuestra región. Las magnitudes de los eventos sísmicos calculadas este año por la RSPR variaron de 0.5 a 5.2, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 1.0 a 5.2. En cuanto a las profundidades estuvieron distribuidas entre 0.3 a 185.3 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 3.1 a 115 km. Durante este año, la mayor liberación de energía ocurrió en el mes de marzo con un equivalente a 1.0 kilotón. La concentración de sismicidad estuvo ampliamente distribuida en toda la Región de Puerto Rico. A través de su programa educativo, la RSPR impactó durante este año 9,075 personas en Puerto Rico y las Islas Vírgenes Americanas y Británicas. Este informe está disponible a través del internet en nuestra página electrónica: <http://redsismica.uprm.edu>.

La Red Sísmica de Puerto Rico

La RSPR del Departamento de Geología (UPR-Mayagüez) es la entidad encargada de monitorear, procesar e investigar la actividad sísmica y de tsunamis en nuestra área de responsabilidad e informar oportunamente los resultados para fines de seguridad pública, educación, ingeniería e investigación científica. La misión de la RSPR es informar de manera confiable y oportuna la generación y efectos de los terremotos y tsunamis para Puerto Rico e Islas Vírgenes. Uno de nuestros objetivos es ampliar el conocimiento sobre terremotos, tsunamis, sus potenciales efectos y medidas de preparación y mitigación de manera accesible a la población.



Sistemas de Localización Automática (Early Bird)
y Monitoreo de Mareógrafos



Facilidades de la RSPR UPR-Mayagüez

Sismicidad Anual 2009

“Durante el 2009 la RSPR localizó un total de 2,739 sismos.”

Durante el 2009 la RSPR localizó 2,739 sismos (Figura 1). En comparación con el año 2008 (2,574 sismos) la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 8.7%. En 2009 se localizaron 165 temblores más que en el año anterior (2008). En los últimos 10 años, el 2009 ha sido el año con mayor actividad sísmica registrada. El mes de mayor actividad sísmica fue agosto con un total de 321 sismos, mientras que el de menor activi-

dad fue diciembre con 143 (Figura 2). Del total de la sismicidad, 45 temblores (1.64%) fueron reportados como sentidos (Figura 3). El aumento de sismicidad procesada se debe a una combinación de factores entre los cuales tenemos, la mejora en el sistema de acopio y análisis y el aumento de actividad sísmica (especialmente al norte y noreste de Puerto Rico y las Islas Vírgenes).

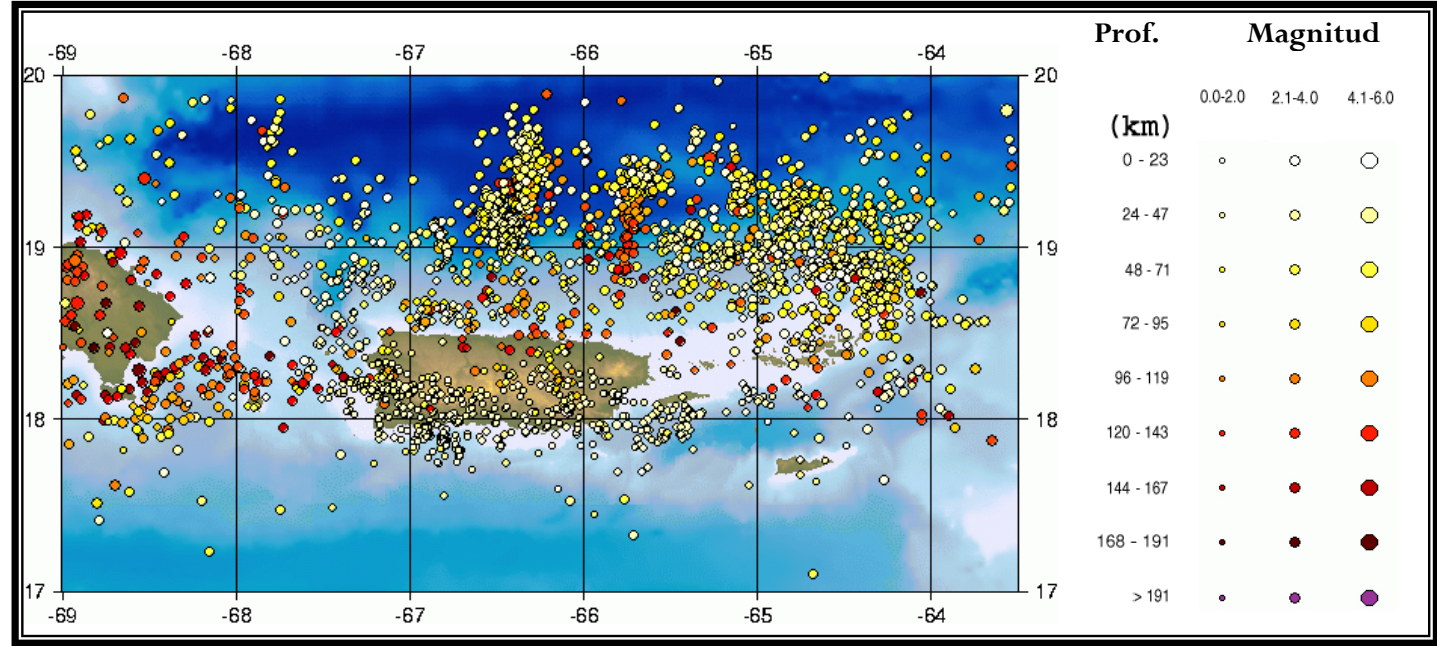
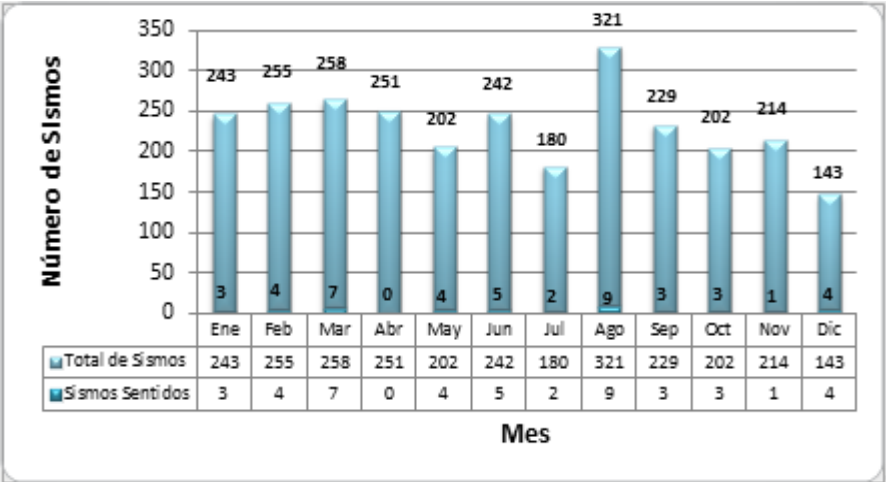


Figura 1. Mapa epicentral de los sismos localizados por la RSPR para el año 2009 (RSPR-UPRM)

Figura 2. Distribución mensual de sismos localizados y/o reportados como sentidos durante el 2009 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR- UPRM)



Sismos Sentidos 2009

“Del total de la sismicidad , 45 temblores fueron reportados como sentidos.”

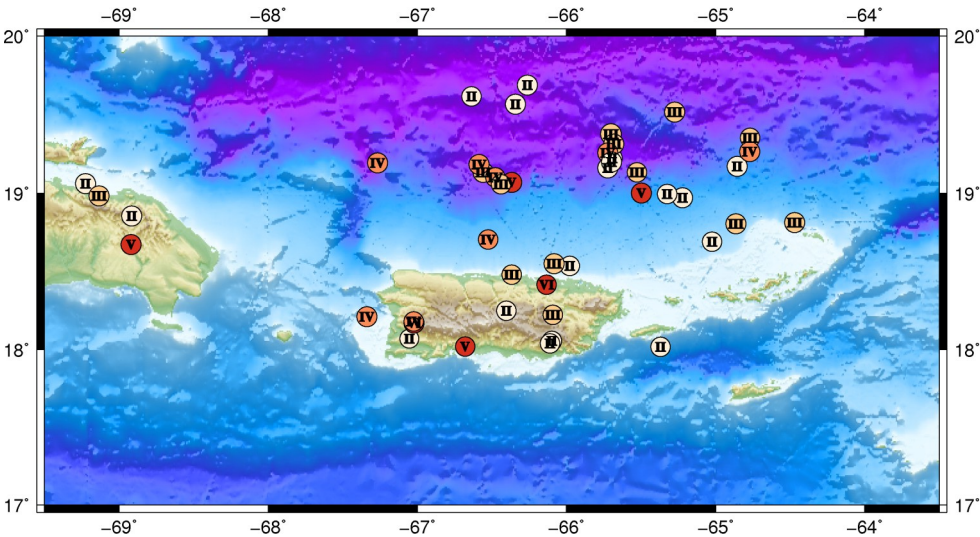


Figura 3. Mapa epicentral de los sismos sentidos (intensidad en Escala Mercalli Modificada dentro del círculo) en Puerto Rico e Islas Vírgenes para el año 2009 en la Región de Puerto Rico (nuestra área de responsabilidad). (RSPR-UPRM)

Durante el 2009 se reportaron 45 temblores como sentidos (Figura 3, Tabla 1). De éstos, 43 fueron localizados en la **región local** (latitud -5.00°—35.00° y longitud -55.00°— -125.00°) mientras que otros dos ocurrieron en el área de la República Dominicana. El sismo sentido de mayor magnitud (5.2 Mw) ocurrió el 13 de agosto a las 10:48:39 (hora local). Este sismo moderado fue sentido principalmente en la zona metropolitana y municipios adyacentes. El mismo fue localizado a 115 km al N de Fajardo, Puerto Rico; en la latitud 19.379° N y la longitud 65.702° O, con una profundidad de 10 km. La RSPR recibió 37 reportes siendo la intensidad máxima de III (Escala Mercalli Modificada) en Canóvanas, Puerto Rico (Figuras 5a y 5b). De manera especial, se registró la explosión en la refinería Caribbean Petroleum en Bayamón, el día 23 de octubre de 2009 a las 00:23:17 (hora local). Este temblor (por explosión) tuvo una intensidad máxima de V (Escala Mercalli Modificada) en la zona metropolitana (Figuras 6a y 6b). La mayor actividad sísmica reportada como sentida durante este año se concentró en la Zona de la Falla de los 19° N con un total de 11 temblores. Le siguió la Zona Sísmica del Sombrero con un total de 6 sismos (Tabla 2). Esta cantidad representa el 0.01% de la actividad sísmica total del mencionado año. En los últimos 10 años el 2000 ha tenido la menor cantidad de sismos reportados como sentidos con 15 temblores (Figura 4).

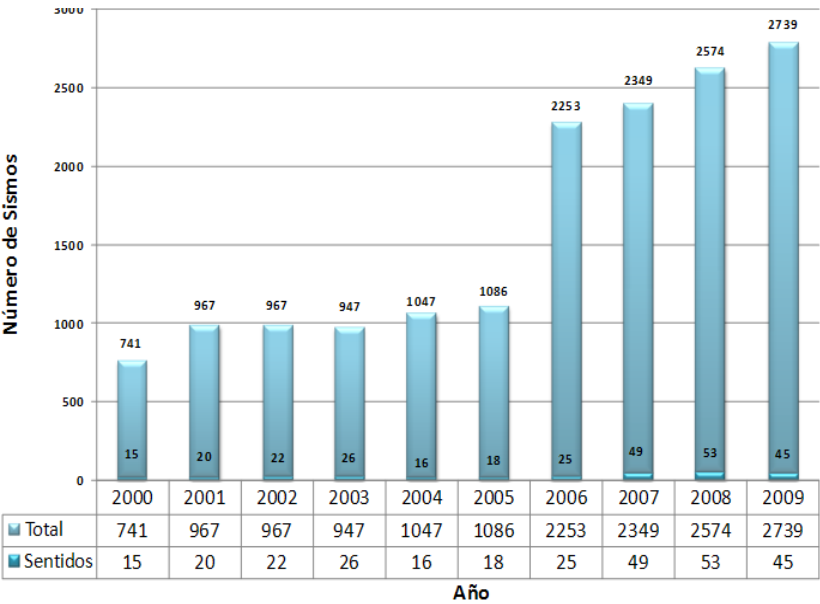


Figura 4. Distribución anual de sismos localizados y/o reportados como sentidos en la Región de Puerto Rico desde 2000 hasta 2009 por la RSPR (RSPR-UPRM)

Tabla 1: Sismos sentidos durante el 2009 (RSPR-UPRM).

Fecha	Hora Local (UTC-4)	Lat. N	Lon. O	Prof. (km)	Magnitud (coda)	Intensidad Máxima (MM)	Localización
2009/01/19	20:11:11	19.134	66.559	19	3.7	III-Mayagüez, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/01/26	01:28:20	18.705	66.525	23.7	2.7	IV-Gurabo, Puerto Rico	Región Al Norte de Puerto Rico
2009/01/29	13:06:40	18.250	66.404	37.7	2.7	II-Orocovis, Puerto Rico	Región Este de Puerto Rico
2009/02/09	16:47:26	19.134	65.528	8	3.0	III-Humacao, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/02/14	03:48:38	18.674	68.919	121	4.8	V-Mayagüez, Puerto Rico	Región Oriental de la República Dominicana
2009/02/14	22:37:17	19.102	66.477	18	2.7	IV-Carolina, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/02/25	13:42:14	18.071	67.053	3.1	1.0	II-Lajas, Puerto Rico	Región Suroeste de Puerto Rico
2009/03/04	19:06:36	18.972	65.222	22.5	3.7	II-Tortola, Islas Vírgenes Británicas	Zona Sísmica del Sombrero
2009/03/11	22:05:38	19.070	66.367	15	5.0	V-Carolina, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/03/16	19:57:21	19.059	66.440	6.7	3.0	III-Canóvanas, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/03/22	08:08:26	18.692	65.024	11.5	3.3	II-Tortola, Islas Vírgenes Británicas	Plataforma de Islas Vírgenes
2009/03/25	23:21:32	18.481	66.368	108.3	3.1	III-Aguadilla, Puerto Rico	Región Norte de Puerto Rico
2009/03/26	09:15:33	18.814	64.471	3.5	3.4	III-San Juan, Puerto Rico	Plataforma de Islas Vírgenes
2009/03/31	02:00:13	18.997	65.325	16	3.2	II-Guaynabo, Puerto Rico	Zona Sísmica del Sombrero
2009/05/02	04:34:39	18.172	67.023	21	3.5	VI-Yauco, Puerto Rico	Región Oeste de Puerto Rico
2009/05/19	23:36:09	19.002	65.497	18	4.3	V-Fajardo, Puerto Rico	Zona Sísmica del Sombrero
2009/05/21	02:38:16	19.355	64.769	20	3.0	III-Bayamón, Puerto Rico	Zona Sísmica del Sombrero
2009/05/23	14:08:42	19.172	64.856	9	3.6	II-Fajardo, Puerto Rico	Zona Sísmica del Sombrero
2009/06/05	22:46:53	18.057	66.097	7.2	2.8	II-Hatillo, Puerto Rico	Trinchera de Puerto Rico
2009/06/10	17:38:16	18.223	66.091	12	2.9	III-San Juan, Puerto Rico	Región Central de Puerto Rico
2009/06/11	06:01:07	19.567	66.342	10.5	3.4	II-Cataño, Puerto Rico	Trinchera de Puerto Rico
2009/06/13	12:12:32	19.184	66.587	8.8	5.0	IV-Comerio, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/06/25	11:09:13	19.617	66.636	70	3.3	II-Utuado, Puerto Rico	Región Al Norte de Puerto Rico
2009/07/21	15:00:22	19.267	64.771	21	4.4	IV-Islas Vírgenes Americanas	Zona Sísmica del Sombrero
2009/07/29	03:23:01	19.690	66.263	31	3.5	II-Dorado, Puerto Rico	Trinchera de Puerto Rico
2009/08/12	14:39:48	19.518	65.275	113	4.7	III-St. Thomas, Islas Vírgenes Americanas	Trinchera de Puerto Rico
2009/08/13	10:48:39	19.379	65.702	10	5.2	III-Canóvanas, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/08/13	14:31:51	19.224	65.694	88	3.8	II-Humacao, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/08/14	21:01:32	19.314	65.683	57	3.7	III-San Juan, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/08/14	05:50:24	19.258	65.723	46.9	4.7	IV-San Juan, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/08/17	11:09:11	19.163	65.723	105.6	3.5	II-San Juan, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/08/22	23:00:27	19.062	69.224	115	4.4	II-Mayagüez, Puerto Rico	República Dominicana
2009/08/25	20:26:00	18.040	66.111	5	2.7	II-Guayama, Puerto Rico	Región Sur de Puerto Rico
2009/08/26	19:55:52	19.201	65.697	86	3.6	II-Carolina, Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° Norte
2009/09/09	09:07:28	18.018	65.370	9	3.2	II-Vieques, Puerto Rico	Región Al Este de Puerto Rico
2009/09/13	11:08:43	18.211	67.337	25	3.5	IV-Añasco, Puerto Rico	Región Al Oeste de Puerto Rico
2009/09/26	08:20:12	18.021	66.679	11	2.8	V-Guayanilla, Puerto Rico	Región Sur de Puerto Rico

Sismos Sentidos 2009 (cont.)

Fecha	Hora Local (UTC-4)	Lat. N	Lon. O	Prof. (km)	Magnitud (coda)	Intensidad Máxima (MM)	Localización
2009/10/23	00:23:17	18.416	66.134	0	2.9	VI-Toa Baja, PR	Región Central de Puerto Rico
2009/10/24	15:08:03	18.806	64.865	34	3.8	III-Mayagüez, PR	Plataforma de Islas Vírgenes
2009/10/27	15:18:19	18.984	69.134	10	4.5	III-Mayagüez, PR	República Dominicana
2009/11/03	11:11:36	18.536	65.978	78	2.7	II-San Juan, PR	Región Este de Puerto Rico
2009/12/06	03:09:18	18.856	68.914	112	3.8	II-San Juan, PR	Región Oriental de la República Dominicana
2009/12/08	12:42:49	18.552	66.084	77	3.4	III-Canóvanas, PR	Región Norte de Puerto Rico
2009/12/09	21:31:46	19.195	67.267	24	3.7	IV-Aguada, PR	Trinchera de Puerto Rico
2009/12/19	10:13:56	18.181	67.024	14	3.1	IV- Mayagüez, PR	Región Oeste de Puerto Rico

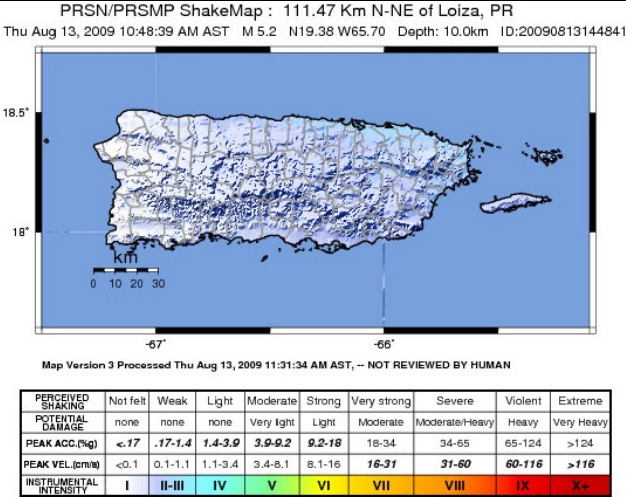


Figura 5a. Mapa teórico de intensidad (ShakeMap) del sismo del día 13 de agosto de 2009 (RSPR-UPRM)

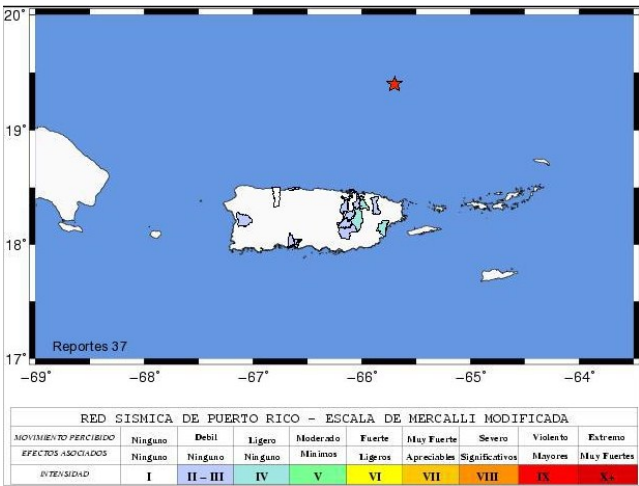


Figura 5b. Mapa de intensidades reportadas por la población (CIIM, Community Internet Intensity Maps) para el sismo del día 13 de agosto de 2009 (RSPR-UPRM)

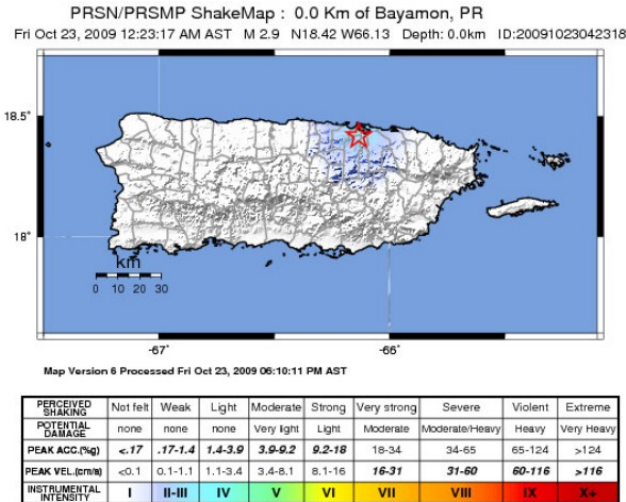


Figura 6a. Mapa teórico de intensidad (ShakeMap) del sismo del día 23 de octubre de 2009, generado por la explosión en la refinera Caribbean Petroleum (RSPR-UPRM).

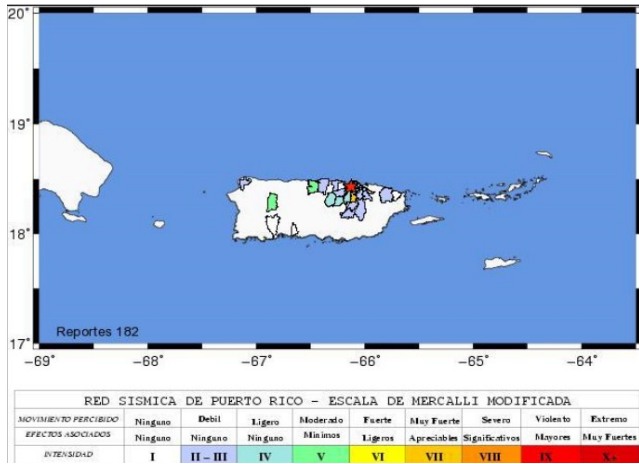


Figura 6b. Mapa de intensidades reportadas por la población (CIIM, Community Internet Intensity Maps) para el sismo del día 23 de octubre de 2009, generado por la explosión en la refinera Caribbean Petroleum (RSPR-UPRM).

Actividad Sísmica

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 Falla de los 19° N con 663 y la Zona Sísmica del Sombrero con 487 temblores (Tabla 2, Figura 7). Les siguió la Plataforma de las Islas Vírgenes, en donde se localizaron 289 sismos. Las regiones de menor actividad sísmica durante el 2009 fueron: la Dorsal de Santa Cruz y la Región Sureste de Puerto Rico con uno y dos sismos, respectivamente. Durante este año las profundidades de los sismos variaron de 0.3 km a 185.3 km (Figura 8) siendo los sismos con profundidades de 0 a 25 km los más frecuentes (con 1,238 sismos).

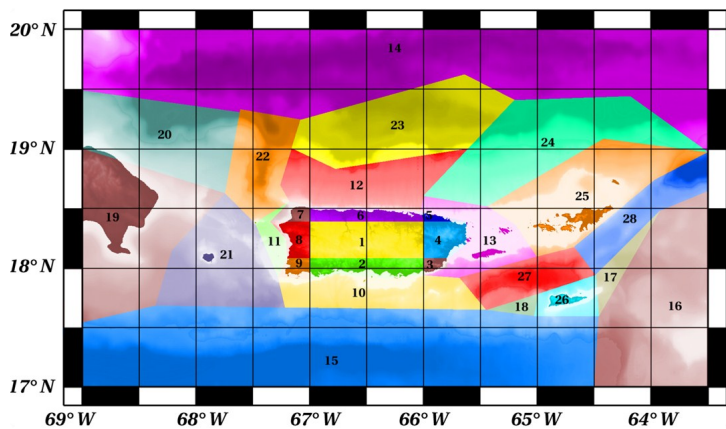


Figura 7. Mapa de las zonas sísmicas de Puerto Rico (RSPR-UPRM)

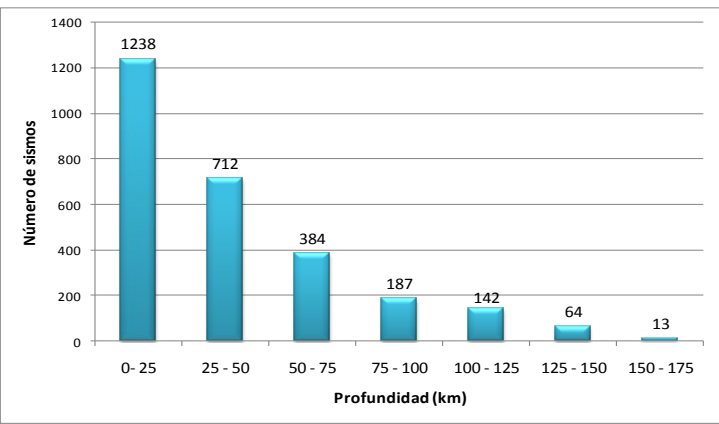


Figura 8. Distribución de sismos por profundidad para el 2009 en la Región de Puerto Rico (RSPR-UPRM)

Tabla 2: Distribución de la sismicidad por regiones sísmicas durante el 2009 (RSPR-UPRM).

Región Sísmica	Sismicidad Total	Total de Sismos Sentidos
1.Región Central de PR	103	3
2. Región Sur de PR	99	2
3. Región Sureste de PR	2	0
4. Región Este de PR	20	0
5. Región Noreste de PR	0	0
6. Región Norte de PR	16	2
7. Región Noroeste de PR	8	0
8. Región Oeste de PR	62	1
9. Región Suroeste de PR	14	1
10. Región AL Sur de PR	110	0
11. Región AL Oeste de PR	29	2
12. Región AL Norte de PR	135	2
13. Región AL Este de PR	55	2
14. Trinchera de PR	213	5
15. Trinchera de Muertos	18	0
16. Islas de Barlovento	12	0
17. Plataforma de Santa Cruz	13	0
18. Dorsal de Santa Cruz	1	0
19. Región Oriental de la RD	116	2
20. Zona de la Falla Septentrional	66	0
21. Pasaje de la Mona	61	0
22. Cañón de la Mona	80	1
23. Zona de la Falla de los 19°N	663	12
24. Zona Sísmica del Sombrero	487	6
25. Plataforma de Islas Vírgenes	289	2
26. Santa Cruz	5	0
27. Depresión de las Islas Vírgenes	36	0
28. Pasaje de Anegada	26	0
TOTAL	2,739	43

Las magnitudes Richter calculadas este año (2009) por la RSPR variaron de 0.5 a 5.2, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 1.0 a 5.2 (Tabla 1). El rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos va de 2-3 con 1,380 sismos, seguido por magnitudes de 3-4 (Figura 9). El año anterior (2008) el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos fue de 2-3 con 1,182 sismos.

Actividad Sísmica (cont.)

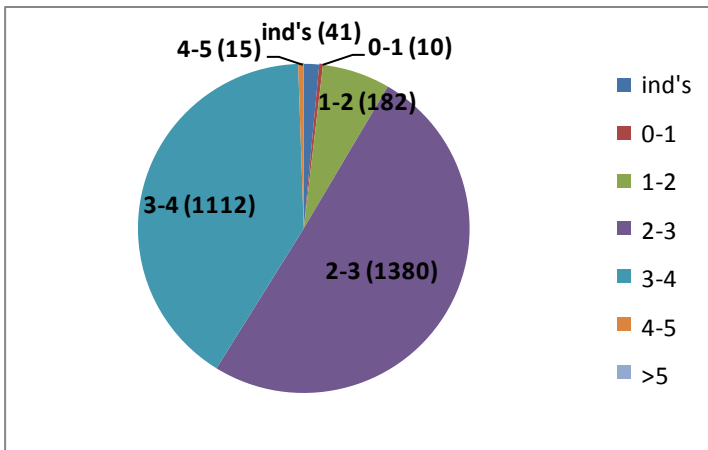


Figura 9. Distribución de magnitudes de los sismos localizados durante el 2009 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM)

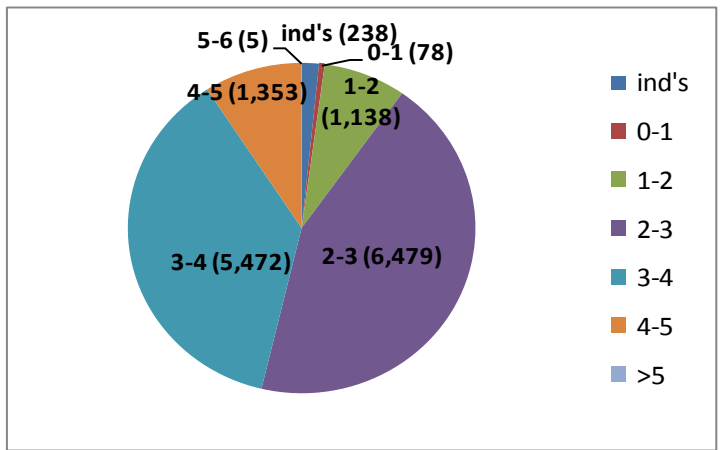


Figura 10. Distribución de magnitudes de los sismos localizados entre 1999 y 2009 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM)

La tendencia de la distribución sísmica por magnitud durante los últimos diez años muestra que el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos va de 2-3 con 6,479 sismos, seguido por magnitudes de 3-4 con 5,472 temblores (Figura 10). Durante este año la mayor liberación de energía ocurrió en los meses de marzo y agosto con un equivalente de 1.0 y 0.9 kilotones respectivamente (Figura 11) siendo estos los meses de mayor actividad sísmica. En este año, con 5.1 kilotones, hubo una disminución de 6 veces de liberación de energía comparado con el año anterior (2008, 30.8 kilotones). Esto debido a que en el 2008 se registraron dos temblores con magnitudes mayores (M6.1 y M5.5) a la del evento de mayor magnitud de este año (M5.2). 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 12). El total de la energía liberada durante este año es equivalente a aproximadamente 0.25 veces la energía liberada por la bomba de Hiroshima.

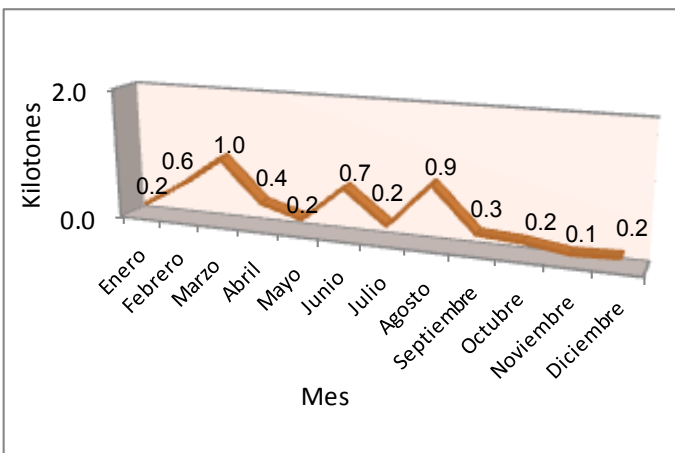


Figura 11. Energía sísmica liberada en la Región de Puerto Rico durante el 2009 (RSPR-UPRM)

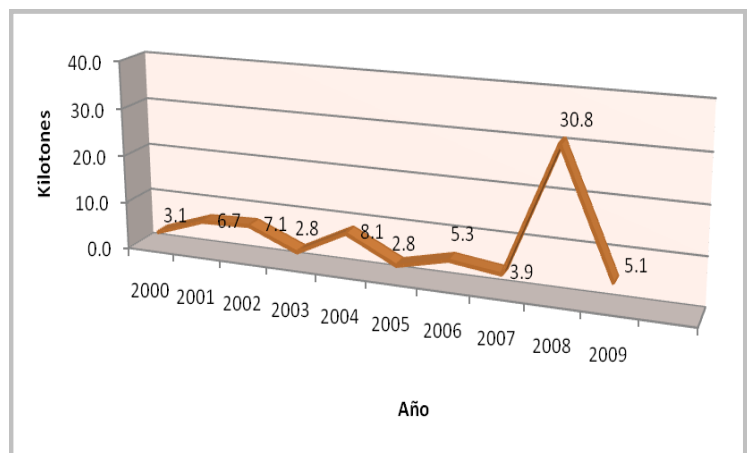


Figura 12. Energía sísmica liberada en la Región de Puerto Rico desde 2000 hasta 2009 (RSPR-UPRM)

Enjambres Sísmicos 2009

Un enjambre de sismos 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 2009, se generaron 20 enjambres de sismos en la Región de Puerto Rico. El enjambre con mayor cantidad de sismos ocurrió entre los días 14 y 15 de febrero. Este enjambre consistió de eventos sísmicos ubicados en la Zona Al Norte de Puerto Rico y una pequeña parte asociada a la Región Norte de PR. Durante estos días, la RSPR localizó un total de 23 sismos (ninguno sentido). Los enjambres sísmicos generados durante el 2009 se describen en la Tabla 3.

Tabla 3: Descripción de los enjambres sísmicos ocurridos durante el 2009 (RSPR-UPRM)

Localización del enjambre (zona)	Periodo (Fecha)	Número de Sismos
Zona Al Sur de Puerto Rico	6 de enero	5 en 20 minutos
Zona Al Sur de Puerto Rico	6 de enero	5 en 45 minutos
Zona Al Sur de Puerto Rico	8 de enero	6 en 10 minutos
Zona Al Norte de Puerto Rico	14 y 15 de febrero	61 en 11 horas
Zona de la Falla de los 19° Norte	15 de febrero	7 en 3 horas
Zona de la Falla de los 19° Norte	1 de abril	5 en 9 horas
Zona Sísmica del Sombrero	8 de abril	11 en 13 horas
Zona Sísmica del Sombrero	15 y 17 de abril	29 en 48 horas
Zona Sísmica del Sombrero	10 de mayo	9 en 5 horas
Zona de la Falla de los 19° Norte	12 de mayo	12 en 7 horas
Zona Sísmica del Sombrero y Plataforma de las Islas Vírgenes	21 y 22 de junio	15 en 3 horas
Zona Sísmica del Sombrero	29 de junio	6 en 1 hora
Depresión de las Islas Vírgenes	19 de julio	3 en 30 minutos
Zona Sísmica del Sombrero	22 de agosto	5 en 1 hora
Zona Sísmica del Sombrero	11 de septiembre	8 en 38 minutos
Zona Sísmica del Sombrero	11 de octubre	16 en 4 horas
Zona de la Falla de los 19° Norte	22 de octubre	6 en 4 horas
Plataforma de las Islas Vírgenes	29 de octubre	3 en 4 minutos
Zona de la Falla de los 19° Norte	20 de noviembre	32 en 24 horas
Zona Sísmica del Sombrero	29 de noviembre	5 en 4 minutos

Operaciones e Investigaciones

1. Durante el 2009 se mejoraron significativamente las operaciones de la RSPR y se realizaron trabajos de investigación, así como proyectos especiales. Como parte del sistema emergente de alerta de tsunamis, la RSPR continúa mejorando los sistemas de detección y análisis de temblores en Puerto Rico y el Caribe, cuyo objetivo es reportar eventos con potencial de generación de tsunamis en el menor tiempo posible. Desde marzo 2008 la RSPR opera 24 horas, los 7 días de la semana (24/7). Esto es necesario para atender eventos sísmicos en cualquier momento. Para cumplir con el horario 24/7 se contrataron analistas de datos adicionales y personal de apoyo. También se aumentó el número de estudiantes que trabajan en el área de análisis, educación, administración e informática.

Esto fue posible gracias a los fondos otorgados a la RSPR mediante la Ley 106 de 2002 del Gobierno de Puerto Rico, acuerdos interagenciales del 2007 y 2008 con la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD) y un contrato con la "National Oceanic Atmospheric Administration" (NOAA).

2. En el 2009 se continuó participando y colaborando con en el Grupo Coordinador Intergubernamental para el Sistema de Alerta de Tsunamis y Otras Amenazas del Caribe y Regiones Adyacentes (Caribe EWS) de la UNESCO/IOC. Como parte de esta iniciativa la RSPR localiza e informa sobre temblores con magnitud igual o mayor a 4.5, en la región del Caribe (redsismica.uprm.edu).

Operaciones e Investigaciones (cont.)

3. En el mes de octubre del 2008 se detectó un aumento en la sismicidad en el área al norte del municipio de Manatí. La RSPR localizó aproximadamente 835 sismos de magnitud mayor a 2.0 en la Escala Richter. De estos, dos sismos de magnitudes 5.5 y 4.8 ocurrieron en el mes de noviembre los días 2 y 23, respectivamente, con un mecanismo de falla y profundidad similar (10 km). Estos sismos han tenido una distribución de norte a sur a lo largo de la pendiente sur de la Trinchera de PR (Figura 13). Se investigó el por qué de este patrón, que se piensa pueda estar relacionado a fallas preexistentes de la corteza superior o interacciones de interplacas. Es necesario realizar estudios adicionales para entender las implicaciones y estimar si la disminución reportada en el nivel del mar está relacionado a la actividad sísmica. Se realizaron viajes de campo a la costa de Manatí para inspeccionar y confirmar la magnitud del evento (Figuras 14 y 15).

Personal de la compañía Vernix Engineering instaló dos puntos de control de GPS en el tope de eolianitas que se encuentran en la costa. Tomando datos continuos de GPS en las dos localizaciones y diferenciando de los datos de GPS en Arecibo puede ayudar a aclarar si lo que está ocurriendo es un levantamiento tectónico. La Dra. Maritza Barreto de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras, en conjunto con sus estudiantes, realizaron perfiles de playa para estimar el alcance horizontal y vertical de los cambios en el nivel del mar en el área. Tal como se puede ver en las fotos (Figuras 14 y 15), la roca de playa quedó expuesta en marea alta. Durante mareas bajas se pueden apreciar corales masivos, corales blanqueados y abanicos de mar expuestos. Esto al oeste de Tómbolo, la única ubicación en la que fue observada dicha exposición. Se realizaron observaciones desde la costa pero no fue posible concluir si los corales estaban vivos o muertos.

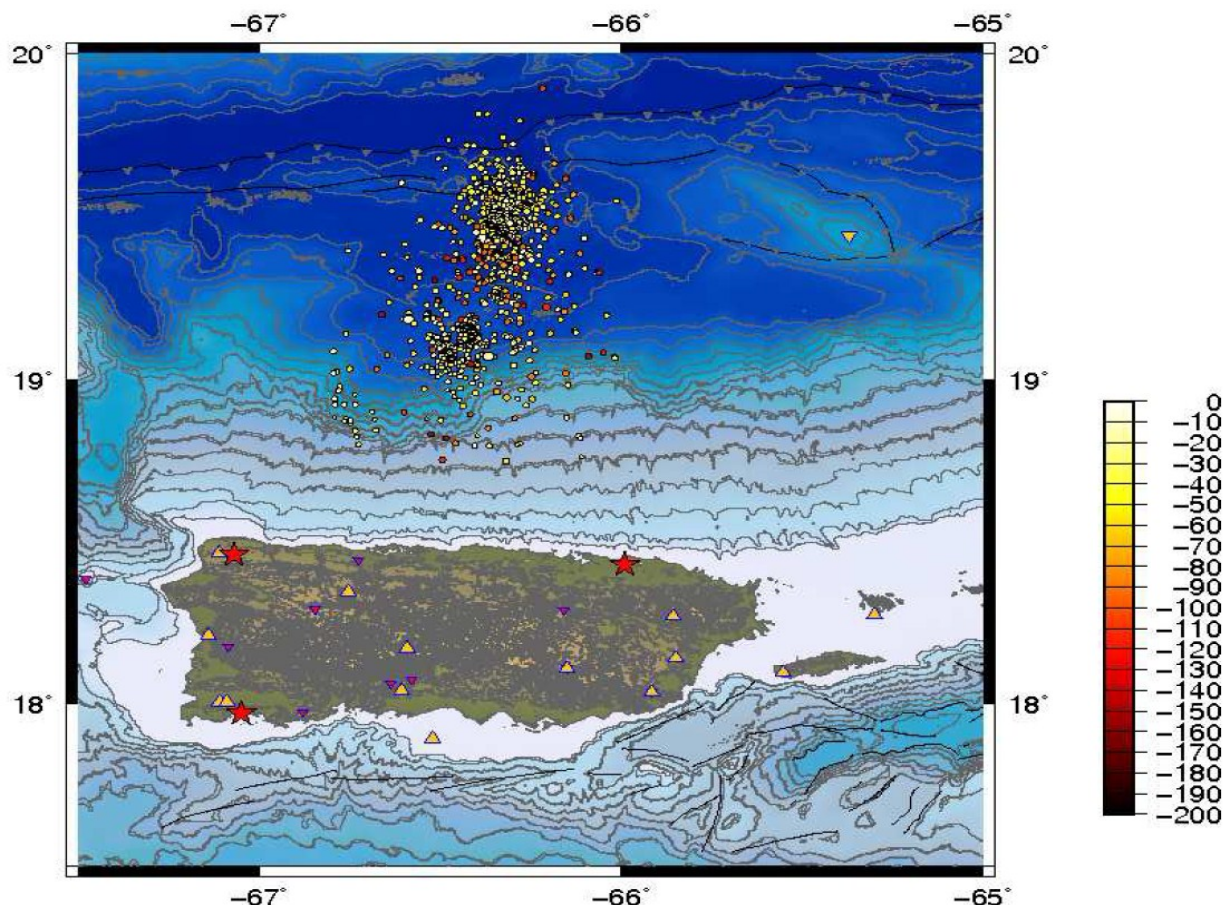


Figura 13. Distribución de los sismos localizados en el área norte de Puerto Rico para el periodo de octubre 2008 a junio 2009 (RSPR-UPRM)



Figura 14. Costa de Manatí el 20 de junio de 2009 (RSPR-UPRM)



Figura 15. Costa de Manatí el 22 de junio de 2009 (RSPR-UPRM)

4. Durante este año hemos enfocado nuestros esfuerzos en la identificación y solicitud de fondos para poder adquirir equipo e instrumentos necesarios que nos permita poder llevar a cabo una investigación detallada sobre las condiciones geológicas, sísmicas y tectónicas que propiciaron el incremento de aproximadamente un 200% en la actividad sísmica en la región sureste de Puerto Rico durante los años 2006-2008 (Figura 16) y para realizar una campaña educativa en la zona comprendida por los municipios de Guayama, Arroyo, Patillas y Cayey. A tal respecto hemos preparado y sometido propuestas a FEMA y el Senado de Puerto Rico.

Presentamos ante el Programa de FEMA para la Mitigación de Riesgos (Hazard Mitigation Grant Program) una propuesta para el establecimiento de un Sistema de Monitoreo Sísmico y Geodésico en el área bajo estudio.

Asimismo, el 17 de agosto de 2009, la senadora Santiago González y el senador Rivera Schatz presentaron la Resolución Conjunta del Senado R. C. del S. 206 con el propósito de allegar fondos no recurrentes a la RSPR para poder realizar el proyecto Investigación, Vigilancia y Educación sobre Temblores en la Región Sureste de Puerto Rico. Ambas propuestas se encuentran bajo evaluación. Se realizó trabajo de campo de reconocimiento de la geología de la zona para identificar, entre otras cosas, lugares apropiados para la instalación de los instrumentos contemplados en las propuestas sometidas.

5. Como parte del Sistema Emergente de Alerta de Tsunami para PR e Islas Vírgenes, la RSPR es res-

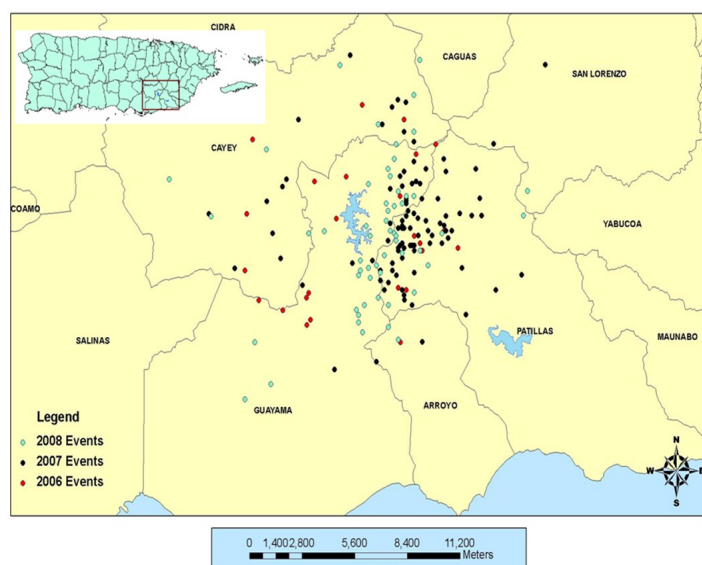


Figura 16. Sismicidad en el área sureste de Puerto Rico (2006-2008) (RSPR-UPRM)

ponsable de proveer localizaciones en corto tiempo y estimaciones de intensidades en la región de PR, IV y RD. En el 2009, como parte de este proyecto, se supervisó una investigación subgraduada del Departamento de Geología. La misma consistió en comparar la efectividad de los shakemaps empíricos e instrumentales con el sistema automático CIIM (Community Internet Intensity Maps, por sus siglas en inglés) los cuales se generan por medio de reportes electrónicos dado un sismo sentido; y comprobar si hay diferencias en cuanto a la rapidez de generación de los mismos. Se encontró que no hay diferencias significativas en la generación de los productos: CIIM y los “shakemaps” generados empíricamente. También se estudió la posibilidad de extender la generación de shakemaps para la región del Caribe.

Equipo de Monitoreo

En el 2009 la RSPR operó 23 estaciones sísmicas de un total de 25, de las cuales 16 son de banda ancha y 9 son estaciones de periodo corto (Figuras 17 y 18). Durante este año se le ha brindado mantenimiento de rutina a estas estaciones en y fuera de Puerto Rico. Actualmente contamos 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 se incorporaron a los procesos rutinarios de la RSPR. También contamos con la red de GPS, la cual incluye seis estaciones permanentes y tres temporeras que permitirá a la comunidad geo-científica acceder a la información de alta precisión. El sistema integrado de acelerómetro-sismómetro-GPS ayudará a conocer más sobre la propagación de ondas sísmicas, la cinemática y dinámica del proceso de ruptura de falla, deformación pre-sísmica, co-sísmica y post-sísmica y también podría ser útil para mejorar la construcción y diseños estructurales (financiado por la "National Science Foundation").

Figura 17. Mapa con la distribución de las estaciones operadas por la RSPR (GPS permanentes, sismómetros, mareógrafos y acelerómetros). (RSPR-UPRM)

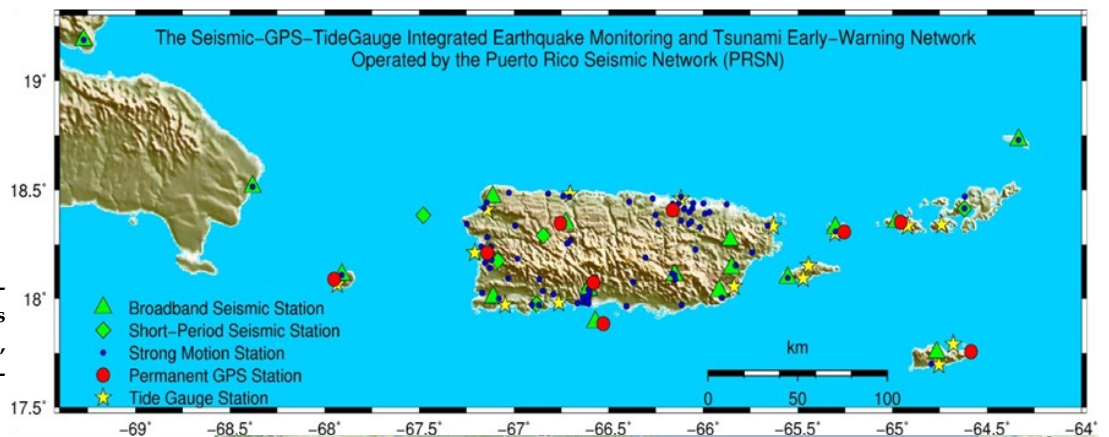
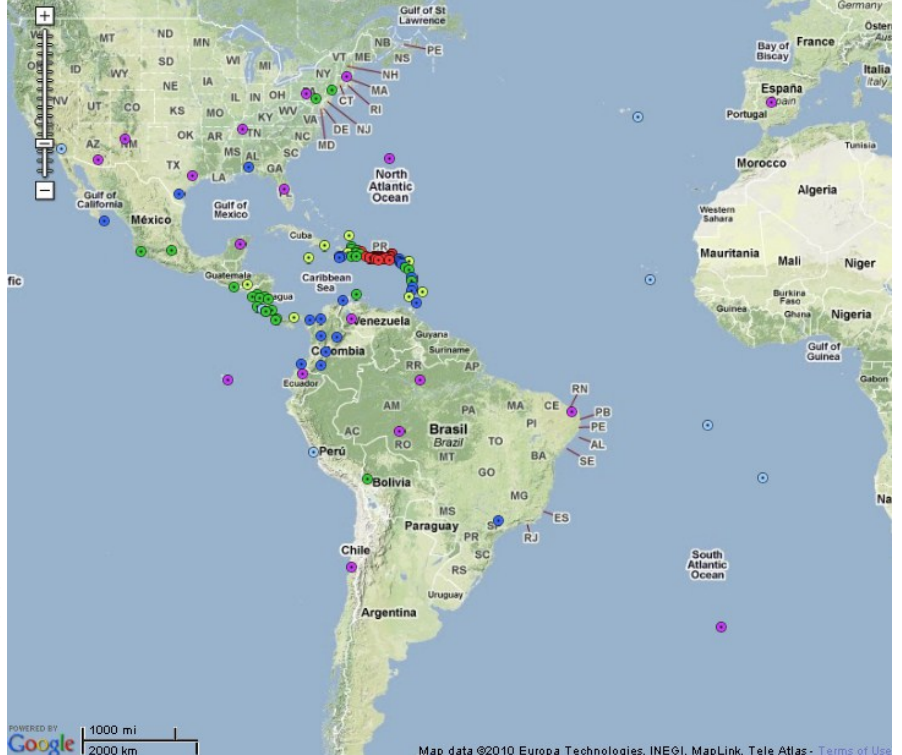


Figura 18. Estaciones sísmicas monitoreadas por la RSPR como parte del Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe. Los círculos representan las estaciones sísmicas (RSPR-UPRM)



Educación y Promulgación

En el 2009 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 9,075 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 Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD), Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), OMME de los diferentes municipios y FEMA, así como el Departamento de Bomberos, Policía de Puerto Rico, entre otros. Se llevaron a cabo 4 talleres TsunamiReady en los municipios de Manatí, Ponce, Aguadilla y Rincón. El programa educativo tuvo a su cargo un total de 201 actividades educativas (Tabla 4). Hasta el 2009, el programa educativo ha sido una iniciativa conjunta de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) del Departamento de Geología del Recinto Universitario de Puerto Rico 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 de la RSPR en la Emisora Casa Pueblo de Adjuntas, todos los viernes en la mañana.

El programa educativo de la RSPR trabajó activamente en el Ejercicio Lantex 2009, el día 2 de abril de 2009. Miembros de nuestra área viajaron a varios municipios costeros en el rol de observadores durante los respectivos simulacros llevados a cabo durante dicho ejercicio. Se aprovechó la oportunidad de este ejercicio, para cumplir con uno de los requisitos para los pueblos costeros de ser reconocidos como municipios TsunamiReady (Figura 19). La RSPR preparó y distribuyó material educativo y mapas de desalojo de inundación por tsunamis en los municipios de Mayagüez, Rincón, Ponce, Aguadilla, Carolina y Añasco.

Tabla 4: Actividades de educación y promulgación realizadas durante el 2009 por la RSPR (RSPR-UPRM).

Actividades	Cantidad
Escuelas públicas y privadas	61
Charlas y talleres a través de AEMEAD y OMME	19
Conferencia a Agencias Federales	7
Charlas a iglesia, centros geriátricos y/o cárceles	5
Charlas a comunidades y/o urbanizaciones	3
Ferias (incluyendo mesas informativas)	10
Convenciones	10
Charlas en hospitales	3
Talleres de TsunamiReady	3
Entrevistas en radio, televisión y prensa escrita (incluye la participación de la pauta radial con la Emisora Casa Pueblo)	80
Total	201

Educación y Promulgación (cont.)

También, el municipio de Mayagüez, primer municipio reconocido como Tsunami Ready en Puerto Rico, participó, desalojando la Escuela Mariano Riera Palmer (Figura 19), ubicada en el área de inundación por tsunamis. Otros pueblos costeros participaron de este ejercicio de formas variadas tales como: simulacros, pruebas de comunicaciones, activación del COE y/o ejercicios de mesa. Como parte del proyecto Tsunami-Ready, se llevaron a cabo simulacros en diferentes municipios a lo largo del año 2009. El 17 diciembre se llevó a cabo un simulacro en la costa de Aguadilla, con la participación de la Escuela Intermedia José de Diego (Figura 20), la Escuela Elemental Eladio J. Vega y el Colegio San Carlos. En este simulacro múltiple se desalojaron más de 800 personas. En el municipio de Ponce se llevaron a cabo simulacros en la Academia Metodista y el Hogar CREA. En Manatí se realizó un simulacro en la Playa Mar Chiquita. También se reconocieron como municipios TsunamiReady a Manatí, Dorado, Carolina y Aguadilla (Figura 21).

Durante todo el 2009, la página de Internet de la RSPR (<http://redsismica.uprm.edu>) estuvo en continua actualización con los más recientes resultados de la sismicidad para la Región de Puerto Rico. Además, en esta se encuentran accesibles los informes mensuales y anuales de sismicidad y los boletines de sismos sentidos. En esta sección se puede encontrar trasfondo histórico sobre tsunamis, información sobre planes de desalojo, educación de los diferentes niveles escolares, videos, revistas y presentaciones a la disposición de la comunidad científica y público en general. En nuestra página de Internet tanto la comunidad científica como el público en general y la prensa pueden subscribirse a las listas de correo electrónico para recibir los informes diarios de sismos en Puerto Rico.



Figura 19. Simulacro en Escuela Mariano Riera Palmer de Mayagüez (RSPR-UPRM)



Figura 20. Simulacro en Escuela Intermedia José de Diego de Aguadilla (RSPR-UPRM)



Figura 21. Actividad de reconocimiento del municipio de Dorado como TsunamiReady (RSPR-UPRM)

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, 2002), la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD), el Gobierno Central (ELA OGP) y el gobierno federal. Los fondos locales (UPR, ELA, AEMEAD y fondo general) junto al proyecto NOAA Operaciones subsidian las operaciones 24/7 de la RSPR. Los fondos federales provinieron de US ARMY CORPS, el “National Tsunami Hazards and Mitigation Program” (NTHMP) de NOAA, el Programa “TsunamiReady” de NOAA, el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) y la “National Science Foundation” (NSF). Las investigaciones han sido financiadas tanto por fondos locales como federales.

Personal 2009

Administración e Investigación

Christa von Hillebrandt-Andrade, M.Sc.
Directora e Investigadora Asociada

Dr. Víctor Huérfano Moreno
**Coordinador de Operaciones
e Investigador Auxiliar**

Dr. Guoquan Wang
Sismólogo y Profesor Auxiliar

Jeanette López Matos
Asistente Administrativa III

Yamilette Vargas Rivera
Secretaria Administrativa III

Dalixza Irizarry Martínez
Secretaria Administrativa I

Annie Plaza Rodríguez
Christie Silva Feliciano
**Estudiantes Subgraduadas
Asistentes Administración**

Alberto Jiménez
Samuel Pacheco
Ramón Vargas
Gustavo Galán
Krystina Scott
Arlenys Ramírez
**Estudiantes Subgraduados
Asistentes de GPS**

Ernesto Rodríguez
José Benítez
**Estudiante Graduado
Asistente de Investigación**

Computación y Telecomunicaciones

Carlos Garavito
Estudiante Graduado

Ricardo Rivera Nieves
Yasel Morales
Estudiantes Subgraduados

Programa Educativo

Glorymar Gómez Pérez
Oficial de Programas

Wildaomaris González Ruiz
Estudiantes Graduada

Jessenia Figueroa
Cristina López
Daniel Mercado Rosado
Estudiante Subgraduada

Instrumentación

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

Celestino Lucena Cabassa
Trabajador

Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos

Gisela Báez Sánchez
Auxiliar de Investigación II

Lillian Soto Cordero, M.Sc.
**Técnico de Investigación
Científica**

Harold José Irizarry Muñoz
Fernando Ferrer Vargas
Benjamín Colón Rodríguez
Auxiliares de Investigación I

Dr. Daniel Laó Dávila
Dr. Alberto López Venegas
Asociados de Investigación

Alice Hernández Castillo, M.Sc.
Zamara Fuentes Figueroa, M.Sc.
Miguel A. Niño Galeano
Marianela Mercado Burgos
Francisco Soto Santiago
José Roberto Hernández Ramírez
Estudiantes Graduados

Emanuelle A. Feliciano Bonilla
Omar I. Pérez Brugman
Francis Pérez Ramos
Gerardo Cerra Ramos
Estudiantes Subgraduados



Personal de la RSPR



RED SÍSMICA DE PUERTO RICO

Departamento de Geología
Recinto Universitario de Mayagüez

Call Box 9000

Mayagüez, PR 00681-9000

Teléfono: 787-833-8433

Fax: 787-265-1684

E-mail: staff@prsn.uprm.edu

<http://redsismica.uprm.edu>

