

Esperando el gran sismo

Por Eduardo Cifuentes
Gráficas por Carlos Herrera

Nadie puede negar que Puerto Rico se encuentra actualmente en peligro de sufrir un fuerte terremoto. Y los pequeños temblores que se sienten casi todos los días no sirven de consuelo

Que Puerto Rico se encuentra actualmente en peligro de sufrir un fuerte terremoto es algo que prácticamente nadie puede negar.

Y no lo puede porque nuestro país se ubica en una zona muy activa desde el punto de vista sísmico, correspondiente a una también elevada actividad de tipo tectónico, con placas que o bien chocan entre sí, o bien se deslizan por aquí y por allá.

No sirve de consuelo, desgraciadamente, el hecho de que casi todos los días se produzcan pequeños temblores en los diversos puntos de nuestra región sísmica local. No, porque ha quedado demostrado que estos movimientos de tierra liberan, desde luego, energía, pero las fallas o líneas de ruptura o de colisión son tantas y tan variadas, que cualquiera de ellas puede encontrarse ahora mismo en vías de liberar la suficiente energía acumulada como para provocar el fuerte terremoto que, estadísticamente, nos corresponde ya soportar.

Puerto Rico, bajo este punto de vista estadístico, ha sido sacudido por fuertes sismos entre períodos mínimos de unos 50 años y otros máximos de unos 120. Habida cuenta que el último gran terremoto que afectó seriamente al país ocurrió en octubre de 1918 (su magnitud aproximada fue 7.5 en la escala Richter, y su epicentro se situó al noroeste de Aguadilla), observamos que ya han transcurrido desde entonces 82 años: más que la cifra mínima, aunque menos que la máxima.

Otros sismos de gran importancia fueron los ocurridos en 1787, con magnitud aproximada de 8.1 en la escala Richter y epicentro posible al norte de la isla, en la Fosa o Trinchera de Puerto Rico. Y el de 1867, con magnitud estimada en 7.5 Richter y epicentro al este del país, más o menos entre las islas de St. Thomas y Santa Cruz, en pleno Pasaje de Anegada.

Ubicación de Puerto Rico

La teoría más aceptada hoy día sobre el complicado conjunto geológico en el que se ubica Puerto Rico, señala que el país forma una especie de pequeña placa tectónica -como una

balsa que descansa sobre otro conglomerado situado más abajo- que alcanza desde el Canal de la Mona hasta el extremo oriental de las islas Vírgenes británicas (isla de Anegada).

Esta pequeña placa (la "miniplaca de Puerto Rico", como se le identifica) se encuentra delimitada por el norte por la extensa placa de Norteamérica que, de carácter netamente oceánico y, por ello, más delgada que las de tipo continental, alcanza a la de Puerto Rico y se introduce por debajo de ésta, en un fenómeno conocido como subducción. Esta subducción o introducción de una placa bajo otra produce el enorme hundimiento que corre a unos 150 kilómetros

(90 millas) al norte de la isla, y que se conoce como Fosa o Trinchera de Puerto Rico; su máxima profundidad ronda los 9,000 metros (27,000 pies).

La misma miniplaca de Puerto Rico entra en colisión, por el sur, con la placa semioceánica del Caribe, que también se introduce por debajo de nosotros en otro fenómeno de subducción, originando el hundimiento submarino conocido como Depresión de Muertos que, paralelo a la costa sur de la isla, se extiende a casi 80 kilómetros (50 millas) del país.

Hasta aquí, el asunto no aparece demasiado complicado: la miniplaca de Puerto Rico no choca frontalmente contra la de Norteamérica, sino que ambas se deslizan, la nuestra hacia el este-nordeste, la de Norteamérica hacia el suroeste. Ello tiene la virtud de que no se produzcan por esta causa casi terremotos fuertes y, desde luego, de que no haya volcanes en actividad.

Tampoco el choque entre nuestra miniplaca y la del Caribe resulta, en principio, demasiado peligroso, pues la introducción de una placa bajo la otra se produce un tanto suavemente.

La complicación viene desde el punto de que la propia miniplaca de Puerto Rico parece contar con un movimiento de oscilación, de forma que se "levanta" hacia el norte por la parte de Anegada (o sea, por el lado este o derecho) y "desciende" hacia el sur por el lado del Canal de la Mona.

Este giro, lento, ha facilitado la apertura del Cañón de Mona -notable desfiladero que se inicia prácticamente hacia San Sebastián, sigue por Aguadilla, se introduce en el océano, y, cambiando el rumbo al norte, desagua en la Fosa de Puerto



La miniplaca de Puerto Rico

A modo de un pequeño bloque ubicado entre las amplias extensiones de las placas tectónicas de Norteamérica y del Caribe, la miniplaca de Puerto Rico aparece rodeada de portantes fallas o fracturas, de hundimientos salientes o dorsales, resultados todos de la complejidad de los movimientos que tienen lugar en nuestra zona.

En el mapa adjunto se han hecho constar los más importantes de estos detalles, junto a los lugares en donde se originaron los tres terremotos más poderosos habidos en nuestras proximidades a lo largo de los últimos dos siglos y medio.

Se advierte, en el lado superior (o sea, al norte) la amplia extensión que forma la **placa tectónica de Norteamérica (PN, en el mapa)**; esta placa es de tipo oceánico y, por ello, notablemente más delgada que las continentales. Se desplaza hacia



LEYENDA



Punto de origen de terremoto



Áreas afectadas

PA	Pasaje de Aneгада
SC	Santa Cruz
AAM	Antillas Menores
TPR	Trinchera de Puerto Rico
LO	Loma o elevación
RY	Rift de Yuma
DM	Fosa o Depresión de Muertos
CM	Cañón de Mona
PC	Placa tectónica del Caribe
PN	Placa tectónica de Norteamérica
MPR	Miniplaca de Puerto Rico
TPR	Fosa o Trincheras de Puerto Rico

el referido Cañón de Mona.

El **Pasaje de Aneгада (PA)** conforma un imponente desfiladero que se extiende desde el oeste o izquierda de la isla de Santa Cruz hasta el norte de la isla de San Martín y sur de la de Aneгада, de la que toma el nombre. Muy estrecho y escarpado en la zona situada al sur de esta última isla, este Pasaje aparece como uno de los lugares más peligrosos de nuestro entorno. En él se estima que pudo tener su origen el terremoto de 1867, que causó severos daños a las islas Vírgenes, a Culebra, a Vieques y al tercio este de la isla de Puerto Rico.

En el mapa se aprecian, también, la plataforma sobre la que se asienta la isla de **Santa Cruz (SC)** que, como se advierte, queda separada de la miniplaca de Puerto Rico por el Pasaje de Aneгада. Y el inicio del arco de las islas **Antillas Menores (AAM)**, una larga cadena de montañas volcánicas originadas por el choque frontal entre la placa de Norteamérica y la del Caribe.

Señalemos que la mayor parte del suelo de Puerto Rico es de origen volcánico, producto de actividad que, como hoy en las Antillas Menores, sucedió durante varios millones de años en los que la miniplaca de Puerto Rico viajaba más hacia el norte que ahora y, por ello, colisionaba contra la placa de Norteamérica mucho más frontalmente que en la actualidad. Cuando, hace unos 80 millones de años, nuestra miniplaca giró hacia la derecha y comenzó a viajar hacia el noreste —como ahora—, cesó el choque frontal y terminó entonces la actividad volcánica, desapareciendo poco a poco los volcanes en la isla por virtud de la erosión o desgaste provocados por el viento, la lluvia, los ríos y el calor.

Desde hace unos 80 millones de años —decimos— nuestra miniplaca se dirige hacia el noreste. Por ello, en lugar de colisionar frontalmente con la de Norteamérica, se produce un sencillo deslizamiento de una junto a la otra, de forma que casi no suceden grandes terremotos. Obviamente, no se puede evitar que, de cuando en cuando, surja algún obstáculo en tan suave deslizamiento, se acumulen las tensiones y se genere el fuerte terremoto que, estadísticamente, estamos ahora esperando.



este a una velocidad que ronda los 2.7 centímetros (1.08 pulgadas) cada año. Su encuentro **miniplaca de Puerto Rico (MPR)** obliga a Norteamérica a deslizarse por debajo de la misma, en un fenómeno conocido como subducción, resultado del cual es la generación de un elevado número de fallas o líneas de ruptura (cada una con un buen potencial para provocar un terremoto), y la de un importante hundimiento, que ocurre como **Fosa o Trincheras de Puerto Rico (TPR)**, que llega a alcanzar en su punto máximo al noreste de La Española —profundidades que alcanzan a los 9,000 metros (27,000 pies). El terremoto de 1787, que provocó daños de considerable magnitud, sobre todo, en las regiones del norte de Puerto Rico, tuvo su origen en ella.

En el lado inferior —al sur— aparece otra extensión más llana, que resulta la **placa tectónica**

del Caribe (PC), formación de carácter semi-oceánico (más espesa y densa que la de Norteamérica, por tanto) que viaja hacia el noreste a unos 0.8 centímetros (0.3 pulgadas) por año. Su encuentro con la miniplaca de Puerto Rico provoca la formación de otro fenómeno de subducción, en el que, al igual que ocurre al norte, la placa del Caribe se introduce por debajo de la de Puerto Rico, y genera el hundimiento conocido como **Fosa o Depresión de Muertos (DM)**, menos profunda, desde luego, que la Trincheras de Puerto Rico.

El giro o cabeceo que, por su parte, exhibe la miniplaca de Puerto Rico (hacia el sureste en el lado izquierdo, y hacia el noreste en el lado derecho), provoca la aparición de otra serie de formaciones, como son el **Cañón de Mona (CM)**, el **Rift de Yuma (RY)**, y el **Pasaje de Aneгада (PA)**.

El **Cañón de Mona (CM)**, situado en el noreste

de Puerto Rico, es un extenso y largo desfiladero, en su mayor parte submarino, que discurre desde la región de Mayagüez y Aguadilla, primero hacia el noroeste y luego hacia el norte, dirigiéndose así hacia las profundidades de la **Trinchera de Puerto Rico (TPR)**. Este Cañón propicia numerosos temblores. En su reborde occidental o izquierdo se advierte una **loma o elevación (LO)**, no muy lejos de la cual se originó, en 1918, el fuerte terremoto que, seguido de un maremoto, causó importantes daños al país.

El **Rift de Yuma (RY)** es otra ruptura del suelo, si bien no tan espectacular como el Cañón de Mona, que se ubica entre la isla de Mona y la dominicana de Saona, y que se abre en una zona donde abundan los sismos profundos y otros con magnitudes algo elevadas. Ciertos autores prolongan el Rift hacia el noreste, enlazándolo así con

rico, y la del denominado Rift de Yuma -otra apertura de suelo situada entre Mona y La Española (ciertos autores unen este rift con el Cañón de Mona).

Se pueden haber potenciado el despliegue del Pasaje de Anegada, gran fisura a modo de imponente desfiladero submarino que corre desde el este de la isla de Anegada hasta el norte y el noroeste de la de Santa Cruz, isla ésta que, de esta forma, queda separada de nuestra miniplaca. El Pasaje de Anegada conforma, junto con el Cañón de Mona, uno de los principales puntos de preocupación para Puerto Rico, pues ambos aparecen como lugares sumamente propicios para generar el violento terremoto que, de forma estadística, puede originarse en cualquier momento.

Señales y síntomas

Ninguna señal cierta se ha producido en los últimos tiempos, como indicadora fiel de que un fuerte terremoto vaya a producirse: el número de sismos habidos en cada mes, y reportados por las 13 estaciones que mantiene la Red Sísmica de Puerto Rico, es uno más o menos normal. La magnitud de los temblores se sitúa también dentro de un proceso habitual. La profundidad a la que se originan muchos de ellos, también. Ahora bien: el advertido aumento en el número de sismos profundos a lo largo de los últimos dos años, podría tener una cierta importancia.

Los temblores de origen profundo (hipocentro situado a profundidades de 100 a 200 kilómetros -entre 62 y 125 millas) han aumentado en un 50% en 1998 con relación a años anteriores, y se han, casi, duplicado en 1999 con relación a 1998. Es decir, que han proliferado de manera más que notable.

¿Supone tal hecho un aviso importante? No necesariamente. Pero se conocen teorías que advierten que este aumento en la actividad a tales profundidades, puede ser síntoma de que algo importante se está preparando, y que ya ha comenzado a hacerse evidente mediante este llamativo aumento de los temblores profundos.

A pesar de ello, de tal evidencia, tampoco podemos adelantarnos nada. Solamente observar e investigar la evolución de

tales manifestaciones, y velar por los resultados que de ellas se vayan derivando.

¿Dónde se originará?

Tampoco es posible predecir dónde se originará el terremoto que, estadísticamente hablando, deberemos soportar en cualquier momento.

Fijándonos en la historia, los puntos más conflictivos son el Pasaje de Anegada, el noroeste del Cañón de Mona, y la Trinchera de Puerto Rico. Menor importancia manifiesta la Depresión de Muertos.

Un fuerte terremoto originado en el Pasaje de Anegada afectaría, como el de 1867, prácticamente a la mitad o al tercio este o derecho de la isla de Puerto Rico, así como a las de Culebra y Vieques y a todas las islas Vírgenes. Las tierras bajas del este de la isla de Puerto Rico (Yabucoa, Humacao, Ceiba/Fajardo), así como las islas ya citadas, podrían sufrir, además, los efectos de un maremoto o tsunami cuyas características son aún más impredecibles que las del terremoto de que se trata. El maremoto de 1867 penetró hasta 450 pies en el llano de Yabucoa.

Un terremoto poderoso generado en un punto del Cañón de Mona perjudicaría especialmente al tercio o a la mitad oeste-noroeste (a la izquierda y arriba de una línea que une Ponce con Dorado). Especial mención hay que hacer a los maremotos, que podrían afectar las costas de Aguadilla, Aguada, Rincón, Añasco, Mayagüez y Cabo Rojo, al menos. Las olas del habido en 1918 alcanzaron, en la costa, alturas de 18 pies.

Un potente sismo surgido en un punto de la Fosa o Trinchera de Puerto Rico -como parece fue el caso del habido en 1787-, afectaría especialmente a la mitad norte de la isla de Puerto Rico, así como, dependiendo de su ubicación precisa, a las de Culebra y ciertas de las Islas Vírgenes. Vieques podría quedar un tanto protegida en este evento. El maremoto, si lo hubiera, resultaría especialmente peligroso para áreas como Levittown, Cataño, Isla Verde, Piñones y otras exten-

siones bajas, llanas y sin montañas cercanas a las que escapar rápidamente.

Seguro e inseguro

Por otra parte, un fuerte terremoto como el que, estadísticamente hablando, debe suceder a corto plazo, pondría en evidencia la muchas veces comentada falta de planificación a la hora de situar las viviendas, los negocios, o las escuelas y colegios.

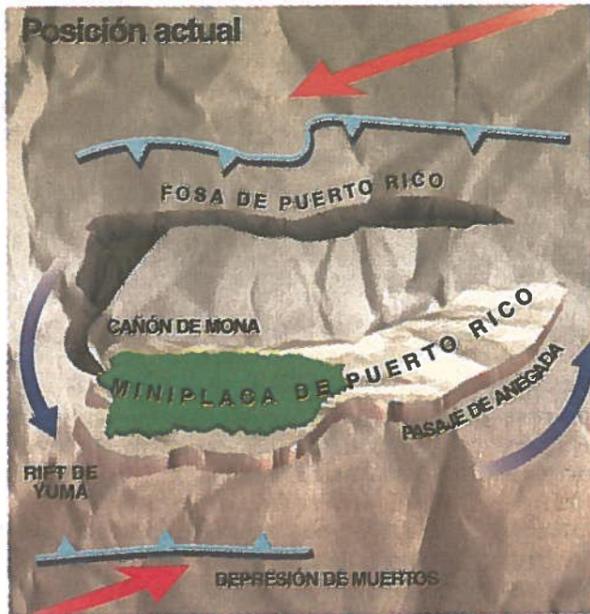
En general, los terremotos resultan tanto menos dañinos cuanto más rocoso sea el suelo. Y tanto más furiosos cuanto más arenoso, marismoso, o procedente de rellenos naturales o artificiales, resulte el terreno sobre el que nos encontremos.

El problema es sumamente preocupante para los suelos de una buena parte de los llanos costeros situados al nivel del mar. Y no digamos para los que se ubican sobre suelos formados como resultado de "terrenos ganados" recientemente al mar, a los ríos, o a las marismas o a las ciénagas. Aquí, el proceso de licuación o licuefacción, torna el suelo, en caso de fuerte sismo, casi líquido, pastoso, sumamente inestable, generándose hundimientos, inclinaciones, ascensos y descensos.

Es difícil, desde luego, en una isla superpoblada como ésta, habilitar un lugar seguro para todos en caso de un fuerte sismo. No obstante, habría sido de desear que una mayor dosis de planificación hubiera prevalecido a la hora de distribuir viviendas y lugares de trabajo, carreteras y demás. Porque el sismo, desde luego, viene. Y sus consecuencias, por lo que vemos y sabemos, no parece que vayan a resultar nada buenas.

Nota: Para la realización de este artículo, el autor ha tenido en cuenta opiniones y documentación facilitadas a lo largo de los últimos años tanto por la doctora Christa von Hillebrandt-Andrade (directora de la Red Sísmica de Puerto Rico -Departamento de Geología, UPR-Mayagüez-), como por el doctor José Molinelli Freytes, director del Departamento de Ciencias Ambientales de la UPR-Río Piedras.

Movimiento oscilatorio de la miniplaca de Puerto Rico



La miniplaca de Puerto Rico exhibe un movimiento a modo de un cabeceo, que le hace desplazarse hacia el sur y el sureste -o sea, hacia abajo y un tanto a la derecha- por su lado occidental (lado del Canal de la Mona), y hacia el norte y el nordeste -para arriba y un tanto a la derecha- por su flanco o lado oriental (lado de las islas Vírgenes). Este movimiento, causante de numerosas fallas y grandes grietas, está causado principalmente por los empujes de las placas tectónicas de Norteamérica y del

Caribe. En efecto, el desplazamiento hacia el sureste de la placa de Norteamérica (arriba, en el mapa), combinado con la deriva hacia el nordeste de la del Caribe (abajo), fuerzan este lento pero progresivo cabeceo u oscilación de la miniplaca de Puerto Rico. Tal movimiento se expresa en la gráfica adjunta, de la que la posición actual es la situada en el centro, suponiendo la de la izquierda la existente hace, geológicamente hablando, no demasiado tiempo, y la de la derecha la que nuestra placa adoptará en

un futuro no muy lejano -siempre en términos geológicos, reiteramos-. Un cabeceo que aporta, como consecuencia, dos resultados de interés: primero, que se generan modificaciones en todas las formaciones que nos rodean; segundo, que se originan, por tal causa, importantes terremotos. Las modificaciones pueden resultar en el sentido de cambios en la longitud, anchura y profundidad de la Fosa o Trinchera de Puerto Rico (al norte), en los del Cañón de Mona y Rift de Yuma (al noroeste y al oeste), en la

de la Depresión de Muertos (al sur), y en la configuración del Pasaje de Anegada (al sureste y al este). Los terremotos se producirán allí en donde estas tensiones surgidas como resultado del cabeceo aparezcan, en un momento dado, máximas. Lugares propicios para ello pueden ser, como en otros puntos hemos citado, el Pasaje de Anegada y el Cañón de Mona, así como la Trinchera de Puerto Rico. Sin que, por supuesto, las restantes formaciones queden, ni mucho menos, desechadas. -E.C.