**CARIBBEAN ANIMATION**

Puerto Rico, en el Noreste del Mar Caribe, es el hogar de más de 3 millones de personas, con un adicional de 150,000 personas viviendo en las cercanas Islas Vírgenes. En enero del 2020, Puerto Rico fue sacudido durante más de tres semanas por más de 400 terremotos de magnitud mayor de 3. Antes de abordar esta secuencia, veamos el escenario tectónico general y la historia sísmica de Puerto Rico.

La Placa del Caribe se mueve hacia el este aproximadamente 2 cm por año con respecto a la Placa de Norteamérica. El límite de placa convergente está curvado de modo que la litósfera de de la placa de Norteamérica entra a la Fosa de Puerto Rico en un ángulo oblicuo. Al norte de La Hispaniola, la colisión oblicua de la Plataforma de Bahamas produce fuerzas adicionales paralelas a la fosa. El resultado es una zona de deformación distribuida con la Placa del Caribe, dividida en microplacas, incluyendo la microplaca de Puerto Rico – Islas Vírgenes, entre las Antillas Menores y La Hispaniola.

Después de revisar más de 1800 terremotos recientes con magnitud mayor o igual a 4, muestra que la profundidad de los terremotos más profundos aumenta con la distancia desde la Trinchera de Puerto Rico. Este mapa de profundidad hacia la placa subduciente muestra que la litosfera oceánica ha alcanzado más de 100 km de profundidad por debajo del norte de Puerto Rico, que recae sobre 160 km de la trinchera. La distancia desde la Trinchera a Puerto Rico y la profundidad de la placa subduciente por debajo de esta, ambas, contribuyen a la atenuación de las ondas sísmicas, y por ende de la energía transmitida, a medida viajan desde la zona de subducción a Puerto Rico.

El terremoto más reciente de la zona de subducción ocurrió por debajo del Cañón de la Mona en 1943, con una magnitud de 7.7. La rotura inició a 35 km de profundidad y se desplazó hacia arriba hasta alcanzar los 25 km de profundidad, por lo que no generó un tsunami. El movimiento del terreno en el noroeste de Puerto Rico fue fuerte pero el daño fue mínimo. Este es el mayor terremoto en este sector de la subducción del límite de placa, en el periodo de 500 años de registros escritos. Sería tonto, sin embargo, asumir que este es el mayor terremoto posible. Ya que grandes terremotos de magnitud 8 y 9, usualmente tienen intervalos de recurrencia de más de 1000 años, no sabemos qué tan grande los terremotos de la zona de subducción de Puerto Rico podrían ser.

Volviendo a la sección transversal, vemos la cubierta de calizas de la plataforma carbonatada de Puerto Rico inclinarse hacia la trinchera. Retrocedamos 3 millones de años, cuando este crecimiento superficial de corales marinos era inicialmente plano, para examinar la evolución de la zona de subducción. Para aproximadamente este tiempo, la subducción se volvió más inclinada y la profundidad de la zona de trinchera aumentó para volverse la parte más profunda del Océano Atlántico. Estos cambios en la geometría pueden haber disminuido la fricción en el límite de placa por lo que mega-terremotos magnitud 8 o 9 podrían ser menos probables.

Sin embargo, esta inclinación hacia el norte hace que la pendiente sea vulnerable a deslizamientos submarinos y dos amplias estructuras con la forma de un anfiteatro sean probablemente sitios de deslizamientos prehistóricos inmensos. Si el mayor de estos hubiese fallado en un único evento de deslizamiento, el tsunami resultante pudo haber tenido olas que llegaran a los 16 metros de altura a lo largo de la costa norte de Puerto Rico. De hecho, los deslizamientos submarinos son una amenaza importante para la generación de tsunamis en las Antillas Mayores y Menores. Ahora examinemos los límites tectónicos de la microplaca Puerto Rico – Islas Vírgenes. Cuando mantenemos la Placa del Caribe fija, observamos un pequeño componente del movimiento de la Placa de Norteamérica perpendicular a la trinchera y un componente mayor paralelo a la trinchera. Como mostrado por la historia sísmica y observaciones modernas de GPS, esta subducción oblicua impulsa la separación de la microplaca Puerto Rico – Islas Vírgenes de las Antillas Menores al sureste y desde La Hispaniola al oeste.

Un ejemplo de un terremoto entre las Islas Vírgenes y las Antillas Menores ocurrió en 1867. Seis metros de desplazamiento normal y desplazamiento lateral izquierdo combinado, produjeron un escarpe de falla en el flanco norte de la Cuenca de las Islas Vírgenes, durante este terremoto que tuvo una magnitud aproximada de 7.2. El levantamiento del piso marino generó un tsunami con olas que llegaron 7.6 metros de altura en Frederiksted en Saint Croix y 6 metros en Charlotte Amalie, San Thomas. Al menos 23 y quizás hasta 50 fatalidades ocurrieron en las Islas Vírgenes. Los terremotos de 1785 y 1867 documentan la separación de la microplaca de Puerto Rico-Islas Vírgenes de las Antillas Menores a través del Canal de Anegada.

El 11 de octubre de 1918 ocurrió un terremoto magnitud 7.2, con 3 metros de desplazamiento de falla normal en el Canal de la Mona. El movimiento severo del terreno en la costa oeste de Puerto Rico causó un estimado de 76 muertes. Cinco minutos después del terremoto, el mar retrocedió de la costa en Punta Borinquen y en Punta Higuero, luego regresó dos minutos más tarde con una ola que alcanzó más de 6 metros de altura. Durante los siguientes 40 minutos, el tsunami arrasó la costa oeste provocando alrededor de 140 víctimas. La batimetría revela un escarpe causado por un deslizamiento submarino de 9 km de ancho y 150 m de espesor en el extremo sur del Cañón de la Mona. Aunque el modelado del tsunami demuestra que este deslizamiento podría haber causado el tsunami de 1918, observaciones visuales cercanas hechas por sumergibles sugieren que pudo haber sido un deslizamiento más antiguo. La separación de las placas en el Canal de la Mona que resultó en el terremoto de 1918 y en la extensión continua del Cañón de la Mona es producida por la colisión oblicua de la Plataforma de Bahamas con el norte de La Hispaniola, lo que causa que La Hispaniola sea alejada de la microplaca de Puerto Rico-Islas Vírgenes.

Una secuencia de terremotos de moderados a fuertes de fallamiento normal y de desplazamiento lateral, comenzaron a finales de diciembre del 2019 frente a la costa del suroeste de Puerto Rico. Aunque es una zona de deformación distribuida y solamente ubicada de manera aproximada, observaciones de GPS sugieren que el límite entre La Hispaniola y la microplaca de Puerto Rico-Islas Vírgenes pasa por el suroeste de Puerto Rico. El mayor de los terremotos del 2020, con magnitud 6.4, ocurrió el 7 de enero al sur de Guayanilla. Cinco municipios desde Guánica hasta Ponce, experimentaron un fuerte movimiento del suelo, con una persona fallecida y 8 heridos. El daño a la infraestructura y edificaciones, incluyendo a inundaciones permanentes debido a subsidencia costera, fue estimado de $3.1 billones de dólares. Muchas fallas en superficie, como la zona de falla de desplazamiento lateral izquierdo, Punta Montalva y estructuras mar adentro como las zonas de falla normal, El Investigador y Caja de Muertos, están localizadas en esta región. Investigaciones en curso de la Red Sísmica de Puerto Rico y estudios geofísicos submarinos aclararán cuáles son las fallas responsables del enjambre sísmico del 2020.

Los terremotos de subducción en límites de placa son amenazas importantes para Puerto Rico y para las Islas Vírgenes. Sin embargo, como se ha demostrado recientemente, los terremotos superficiales en los límites de la microplaca presentan una amenaza importante de terremotos y tsunamis.