



**La ciencia  
como herramienta de prevención**

# Cuando falla una falla

Norma Guevara Philippe

Considerada como un rompecabezas de dimensiones colosales, la corteza de la Tierra está conformada por una serie de placas tectónicas en cuyas fronteras se gesta lentamente uno de los fenómenos naturales más misteriosos, fascinantes y peligrosos a los que el hombre y la ciencia se han tenido que enfrentar: los sismos.

El más reciente y devastador terremoto ocurrido en Haití, país cuyo nombre significa "Tierra de las altas montañas", lo explica el doctor Víctor Manuel Cruz Atienza, sismólogo del Instituto de Geofísica.

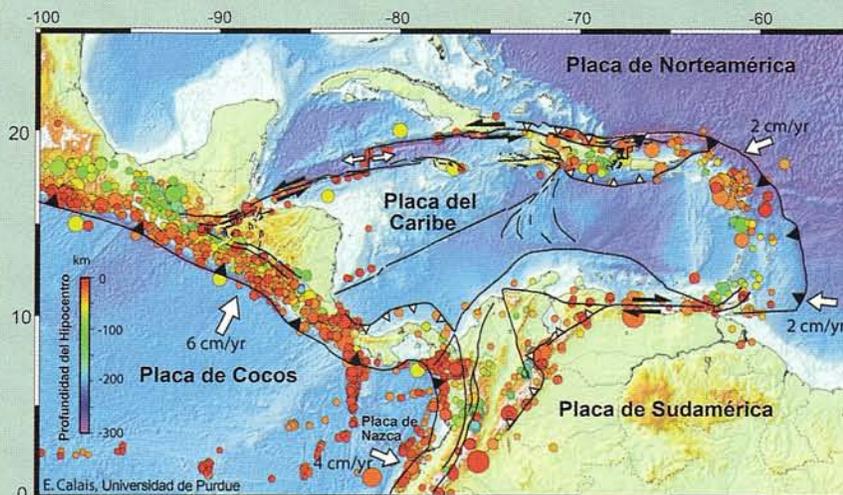
Este científico ha enfocado sus investigaciones a entender la mecánica de los terremotos: qué sucede en las fallas cuando se produce su ruptura y cómo es que se propagan las ondas sísmicas generadas en cada uno de estos eventos, a los que considera como "animales fascinantes".

## Las fallas en Haití

Haití se localiza en una zona sísmogénica por excelencia, debido a que al norte de la placa del Caribe (justamente donde se ubica la isla de La Española) existen varios sistemas de fallas activas. La actividad en dicha placa se debe a su interacción con las cuatro que la rodean: la de Norteamérica, la de Cocos, la de Nazca y la de Sudamérica.

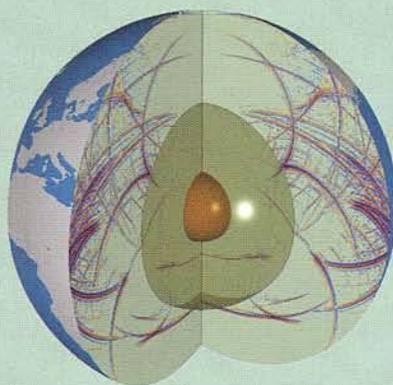
A pesar de que en más de 250 años no hubo registros de una actividad sísmica importante cerca de la capital haitiana, el martes 12 de enero, a las 16:53 horas se produjo la ruptura de una de las fallas que definen el contacto entre las placas del Caribe (al sur de Haití) y la de Norteamérica (al norte de Haití). El movimiento producido revela que "la placa de Norteamérica se desplazó principalmente hacia el oeste, mientras que la del Caribe lo hizo con rumbo al este".

Es oportuno explicar que debido a la interacción constante entre las placas tectónicas a lo largo de sus fronteras, se produce una acumulación de esfuerzos que las va deformando paulatinamente hasta que se produce una ruptura. La energía potencial acumulada en ellas al ser liberada genera un terremoto. Si la



Marco tectónico de la región y sísmicidad. Las flechas indican las tasas de convergencia de las placas tectónicas. Cuatro placas están en contacto e interacción con la del Caribe, donde está situada la isla de La Española.

magnitud del evento es lo suficientemente grande, las ondas sísmicas que se propagan por el interior de la Tierra son registradas no sólo en la zona misma del epicentro, sino en todos los sismógrafos alrededor del mundo.



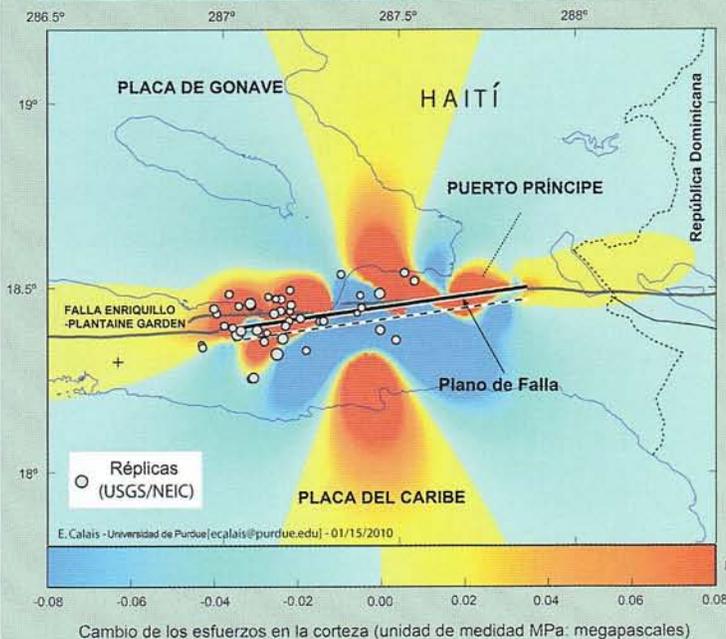
Simulación de la propagación de ondas sísmicas en el interior de la Tierra excitadas por un sismo superficial. (No corresponde al de Haití).

A saber, en Haití existen dos sistemas principales de fallas: uno al norte y otro al sur, conocido como

Enriquillo-Plantain Garden, lugar donde se produjo este terremoto de 7 grados en la escala de Richter con epicentro a tan sólo 15 kilómetros al suroeste de Puerto Príncipe. Estudios preliminares muestran que la extensión horizontal de la ruptura rebasó los 40 kilómetros. Asimismo, que la ruptura tuvo una duración aproximada de 20 segundos y un máximo de deslizamiento de 4 metros a escasos kilómetros de la región donde se inició.

Cabe señalar que la gran destrucción que provocó este movimiento telúrico (35 veces menor que el terremoto de 1985 en México) obedece

Se conoce como hipocentro al punto en el que se inicia la ruptura de una falla en el interior de la Tierra, produciéndose a partir de él un terremoto. Se define como epicentro a la proyección del hipocentro en la superficie de la Tierra. Por lo general, la intensidad de un terremoto es mayor en la región epicentral.



Cambio de los esfuerzos en la corteza debido a la ruptura del sismo de Haití. Los tonos rojizos (valores positivos) corresponden a las regiones donde se estima que el incremento de esfuerzos puede provocar rupturas subsiguientes (réplicas). Los círculos blancos corresponden a las réplicas registradas.

ce a que un extremo de la falla pasó justo por debajo de la capital del país caribeño.

Para explicar el por qué de la cercanía a Puerto Príncipe, el especialista argumentó que se debió “precisamente a que esa región de la falla estaba más lista para romperse que otra; ya que la acumulación de esfuerzos estaba muy cercana al umbral de resistencia producido por la fricción opositora al deslizamiento”.

Asimismo, mencionó que la mayoría de las réplicas registradas en días posteriores al evento principal, se concentran al suroeste de la ruptura; una región donde tampoco ha ocurrido un terremoto mayor desde 1770, y donde podría ocurrir el siguiente gran evento.

**Duración de un terremoto**

La única medida absoluta de la duración de un terremoto, afirma Cruz Atienza, es el tiempo transcurrido durante la propia ruptura en la falla; es decir, desde que se inicia hasta que se detiene. Para ser más claro, citó un ejemplo: “En la ciudad de México la duración de los sismos se percibe más larga que en cualquier otro lugar del país debido a las propiedades locales del subsuelo. Al estar sobre una cuenca sedimentaria saturada de agua, en el Distrito Federal las ondas sísmicas sufren una amplificación de hasta 500 veces con respecto a un observador fuera de la cuenca. Éste y otros fenómenos hacen que la energía

sísmica tarde en disiparse, quedándose atrapada por mucho tiempo en la cuenca”. Así, la duración de un terremoto percibida en dos sitios diferentes es relativa y puede ser muy diferente.

En el caso de Haití, la ruptura duró aproximadamente 20 segundos. Sin embargo, ese mismo sismo, sentido en otro lugar del mundo, tendría una duración diferente, determinada en gran parte por las características y condiciones geológicas del sitio donde arriban las ondas.

**De terremotos y tsunamis**

A decir del sismólogo del Instituto de Geofísica, el terremoto de Haití bien pudo ser considerado como potencialmente tsunamigénico debido a su cercanía con el mar.

Sin embargo, eso no fue así por dos razones. Una, porque hoy sabemos que la falla se produjo bajo el continente, suficientemente lejos del mar. Y dos, porque el mecanismo de la ruptura en la placa del Caribe fue principalmente “de corrimiento lateral izquierdo”, es decir, horizontal. Para producir un tsunami, el sismo debió levantar una gran columna

Intensidad instrumental estimada para el sismo de Haití. Está ligada al daño potencial que el movimiento del terreno puede producir en asentamientos urbanos. La zona de Puerto Príncipe posee una intensidad instrumental de IX.

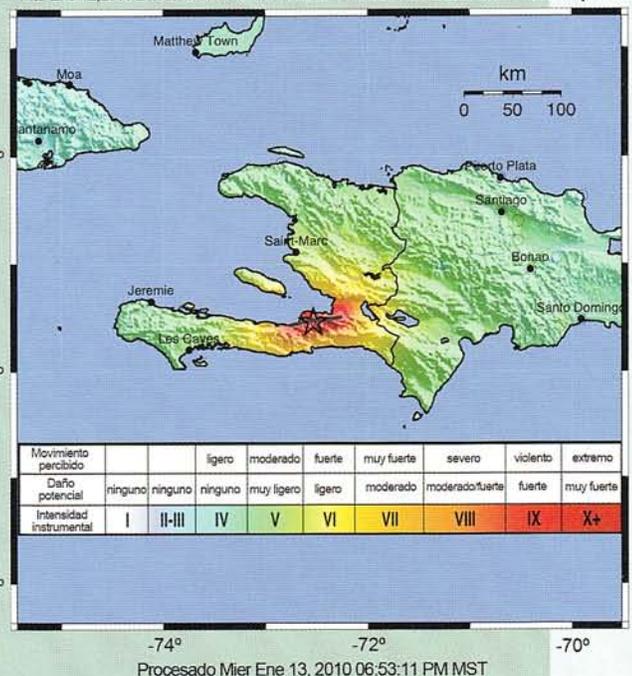
de agua, lo que no ocurrió por carecer de un importante componente vertical del movimiento de un lado de la falla con respecto al otro.

“Un terremoto que genera un tsunami es aquél que al romper provoca que el fondo oceánico se deforme y se levante súbitamente, generando así una ola (onda de gravedad) de grandes dimensiones”, que fue lo que ocurrió en Indonesia en 2004.

Por otra parte, existen los llamados “sismos de subducción”, que son los que ocurren con mayor frecuencia en México y se producen en la zona donde las placas tectónicas chocan frontalmente en la parte más profunda del suelo oceánico, conocida como fosa o trinchera. Justamente entre la placa de Cocos y la de Norteamérica (a lo largo de la costa mexicana del Pacífico) hay un margen de placas convergente de este tipo.

“Sucede que la placa oceánica de Cocos converge hacia la de Norteamérica (la misma que también está al norte de la placa del Caribe), provocando que el suelo oceánico pase por abajo del continente, justo donde entran en colisión ambas placas. Esta colisión genera un acoplamiento entre ellas que, una vez que los esfuerzos se han acumulado, produce una eventual ruptura co-

Mapa de movimientos fuertes. Región: -Haiti (USGS Shake Map)  
Mar Ene 12, 2010 21:53:10 GMT M 7.0 N18.46 W72.53 Profundidad:13.0km ID:2010rja6



nocida como terremoto. En nuestro país ocurren cientos de ellos cada año”, explica el doctor Cruz Atienza.

“En México —complementa el sismólogo— la placa de Cocos subduce por abajo del continente y cuando llega a cierta profundidad se funde, emergiendo como magma a través de la corteza, hasta manifestarse en la superficie como un volcán”. Análogamente, al este de la placa del Caribe, existe un arco volcánico con gran actividad asociado a la zona de subducción que ahí se encuentra.

### Magnitud e intensidad

El doctor Cruz Atienza señala que es importante aclarar la diferencia entre magnitud e intensidad.

Así, precisa que la magnitud es una medida objetiva de la dimensión de un terremoto, relacionada a la cantidad de energía liberada. Se mide por medio de la escala de Richter, creada en 1935 por el investigador Charles F. Richter, del California Institute of Technology.

En tanto que la intensidad es una medida de los efectos y/o de la destrucción producidos por un terremoto en un asentamiento determinado y se mide en la escala de Mercalli, creada en 1902 por el sismólogo italiano Guiseppe Mercalli.

Atienza nuevamente ejemplifica: “Un sismo de gran magnitud que ocurra en el desierto, donde no hay asentamientos urbanos, tendrá una intensidad nula. En contraste, puede haber sismos moderados que, si ocurren cerca de la superficie, la intensidad puede ser grande”.

Por otra parte, existe la llamada escala de intensidad, que mide las aceleraciones máximas del terreno (registradas o estimadas), mismas que tienden a disminuir con la distancia epicentral. Los mapas generados con esta escala después de un sismo son de gran utilidad, ya que permiten identificar rápidamente los sectores geográficos en donde potencialmente las estructuras pudieron sufrir más daños.

### El peligro, la vulnerabilidad y el riesgo

De acuerdo con el doctor Cruz Atienza, cada sismo es un “animal diferente” en el que siempre están presentes dos factores: el peligro y la vulnerabilidad.

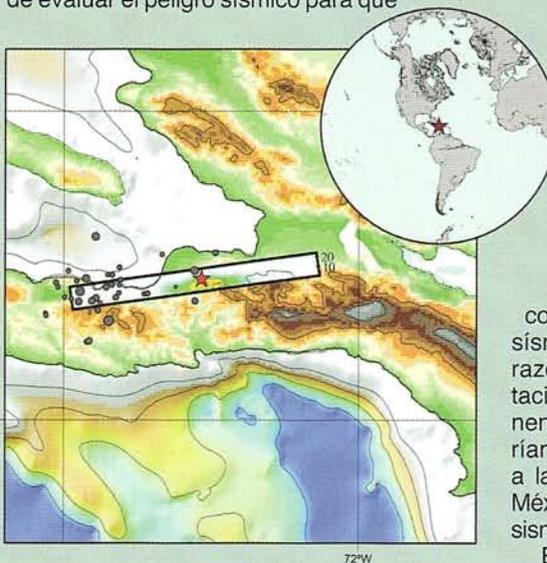
“Los sismólogos tenemos la misión de evaluar el peligro sísmico para que

No obstante, lo que sí se ha podido lograr —incluso en México— es identificar y estudiar los llamados “tremores no volcánicos”, que son señales sostenidas generadas en el interior de la corteza terrestre y que parecen estar relacionadas con el ciclo sísmico. Es decir, presentes en zonas de subducción que, sin haber sido comprendidas en su totalidad, podrían revelar información valiosa sobre la ocurrencia de sismos de mayor magnitud.

Asimismo, debido a que desde 1911 no ha ocurrido un temblor de magnitud importante en la costa de Guerrero, el peligro sísmico es latente. Por esta razón, se han instalado 14 estaciones de monitoreo permanente. Dichas estaciones estarían en la capacidad de alertar a la población de la ciudad de México ante el embate de un sismo ocurrido ahí.

Este sistema se vale de la distancia que separa a la capital de la costa de Guerrero (350 kilómetros), para alertar a la población aproximadamente 60 segundos antes de la llegada del sismo.

Así pues, a pesar de los avances científicos, queda pendiente fomentar una “educación sísmica” en las nuevas generaciones, respetar los códigos de construcción, realizar periódicamente simulacros, así como apoyar más a la investigación y a los organismos de auxilio especializados en la materia, pues el objetivo es evitar que los sismos se conviertan en desastres. 



Plano de falla del sismo de Haití con la distribución de algunas réplicas (círculos grises). La estrella roja representa el epicentro del evento y los colores en el plano los deslizamientos estimados por el USGS (Servicio Geológico Estadounidense). Los colores del fondo representan la topografía y batimetría.

otras instancias tomen decisiones y modifiquen los códigos de construcción, a fin de que las nuevas edificaciones sean menos vulnerables, con lo que se minimizarían los riesgos asociados”, puntualizó el geofísico.

Sin embargo, el juego sigue estando a favor de la naturaleza, ya que a pesar de los avances en materia sismológica, ni siquiera los países mejor instrumentados del mundo, como Estados Unidos o Japón, han podido identificar señales precursoras que alerten con anticipación la ocurrencia de un sismo. Sorprendentemente, en algunos casos, ciertas especies animales, como los perros, las ranas y las aves, son capaces de percibir dichas señales precursoras.

El sismo de 1985 fue un parteaguas en el Distrito Federal, porque a partir de entonces se instalaron más de 100 estaciones que registran continuamente la sismicidad en la capital, lo que ha permitido hacer una microzonificación del peligro y una mejora sustantiva de los códigos de construcción.