

La sismicidad en el mundo

Dr. Ing. Hernando Tavera*

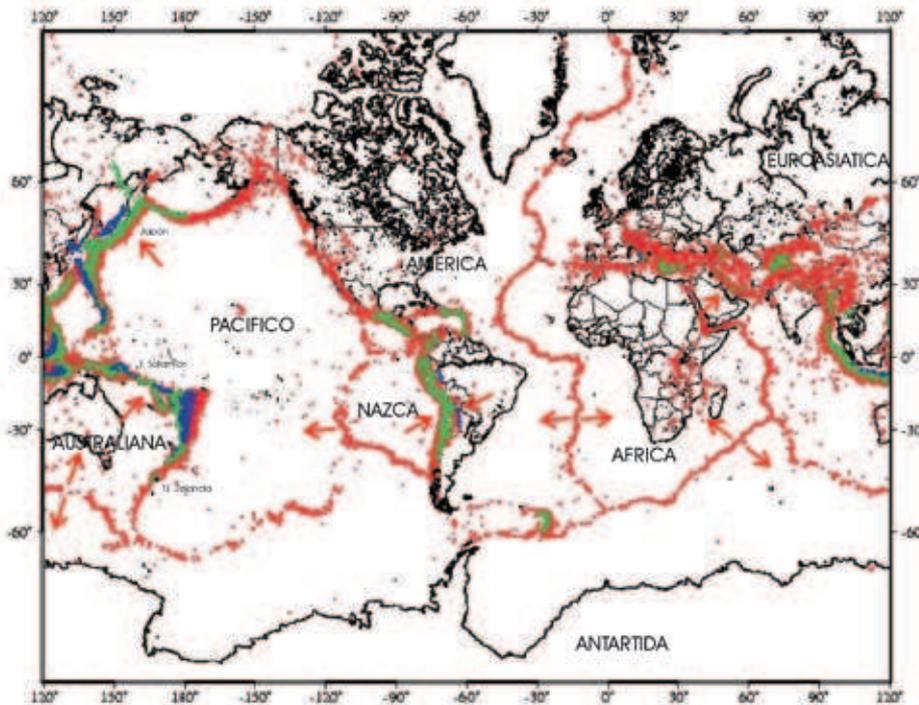


Figura 1. Mapa de sismicidad mundial. Los círculos rojos indican sismos de foco superficial ($h < 60$ km), los círculos verdes a focos intermedios ($61 < h < 350$ km) y los azules a focos profundos ($h > 351$ km). Las flechas indican la dirección en la cual se desplazan las placas litosféricas.

Cada año, los diferentes observatorios sismológicos determinan los parámetros hipocentrales de un gran número de sismos con epicentros en las zonas sísmicas que caracterizan a cada país. Por otro lado, la agencia internacional USGS haciendo uso de la información proveniente de la red sísmica mundial reporta la ocurrencia anual en el mundo de aproximadamente 7,000 sismos. En general, la localización epicentral de estos sismos ha permitido identificar las regiones en donde se ubican las zonas más sísmicas en el mundo y que junto a las medidas de anomalías magnéticas positivas y negativas alternadas en una y otra parte del eje de las dorsales oceánicas, han conducido a explicar la expansión de los fondos oceánicos y dibujar la estructura del globo. El conocimiento de la tectónica global ha permitido comprender la causa y los mecanismos de generación de los sismos.

Los mapas de sismicidad mundial, de un año a otro, son similares, lo

cual indica que los sismos siempre ocurren en las mismas regiones debido a similares procesos de deformación. En general, es muy raro que nuevos sismos ocurran en zonas no identificadas como sísmicas; sin embargo, durante periodos de tiempo muy grandes es posible que algún sismo se produzca en una zona inhabitual, tal como ocurrió con el sismo del 29 de marzo de 1954 con foco por debajo la Sierra Nevada en España, a una profundidad de 630 km.

Cuando se examina un mapa de sismicidad mundial como la que se muestra en la figura 1, es posible identificar en que lugares se encuentran las principales regiones y zonas sísmicas a nivel global. Estas regiones son:

El Círculo Sísmico Circumpacífico

Aquí los sismos liberan cada año más del 80% del total de la energía sísmica y está conformada por el arco de las Islas Aleutinas,

Kamtchatka, Kuriles y las costas orientales de las islas japonesas. Seguidamente, la zona sísmica sigue por dos ramales, el primero pasa por Formosa y el arco de las Filipinas, y la otra contraria sigue hacia el Este pasando por las islas Bonin, Marianas, Guam y las Carolinas occidentales. Ambos ramales se juntan en Nueva-Guinea cerrando el círculo en las islas Salomón, Nueva-Hebridas, las islas Fidji, Tonga y Kermadec, y Nueva Zelanda. En todas estas regiones, los focos sísmicos alcanzan profundidades de hasta 750 km y definen las zonas de Benioff (subducción de la placa oceánica bajo el continente), a excepción de Nueva-Hebridas.

En el extremo sureste del Pacífico, la zona sísmica está asociada a la presencia de un rift oceánico que se inicia en las islas Ballena en la Antártida pasando por la isla de Pascua y Galápagos en donde los sismos presentan focos a profundidades menores a 60 km.

Otras zonas de sismicidad se originan en las Antillas del Sur para remontarse a lo largo del litoral del Pacífico en América del Sur bajo la Cordillera Andina en donde los sismos nuevamente alcanzan profundidades del orden de 750 km, para luego seguir por las Antillas, México, California y Alaska, cerrando el círculo en las islas Aleutinas.

La Zona Sísmica Transasiática

Considera a todos los sismos con origen en el sistema orogénico alpino, después de España y África del Norte para luego llegar a las cadenas del Asia central pasando por Birmania e Indonesia y finalmente unirse con el círculo circumpacífico en el mar de Banda.

Los Rifts Oceánicos

(Indo-Atlántico e Indo-Antártico): Reagrupa a los sismos que separan en dos partes al océano Atlántico y al Índico, siendo estos de magnitud moderada y focos a menos de 60 km de profundidad.

Al final, los alineamientos de sismos sobre el globo representaron una importante herramienta para sustentar la "Tectónica de Placas" que, en términos generales, considera la existencia de placas

litosféricas en cuyos bordes ocurren los sismos. Estas placas son la Euroasiática, la Africana, la Americana, la Australiana, la placa del mar de Filipinas, la del Pacífico interior, la placa de Nazca, la placa de Cocos y la placa Antártica. Estas placas presentan espesores del orden de 100 km y están constituidas en su parte superior por corteza granítica sobre los continentes y basáltica bajo los océanos, reposando ambas sobre una capa semilíquida conocida como Astenósfera, en donde se desarrollan los procesos de convección.

En el interior de la Tierra, los movimientos de convección tienen un origen térmico y permiten que el magma emerja a la superficie a lo largo de los rifts oceánicos obligando a las placas a moverse en una u otra dirección y en consecuencia, los extremos de ellas colisionan con las placas vecinas (figura 2). Debido a los movimientos que se producen en los bordes de las placas se acumulan tensiones y/o esfuerzos, que son liberados con la ocurrencia de sismos y el surgimiento de cadenas y/o cordilleras en las placas continentales, por ejemplo, la Cordillera Andina. La convergencia de placas puede ser violenta o no, dependiendo de si ellas colisionan

directamente, oblicuamente o si una de ellas permanece inmóvil. Por otro lado, las placas más densas (placas oceánicas) compuestas por basaltos y peridotitas al converger con otra menos densa (placas continentales), se introducen por debajo de estas últimas hasta llegar al manto superior, proceso que explica la existencia de sismos sobre los llamados planos de Benioff, sobre todo en el borde occidental de América del Sur (figura 2).

En general, la energía liberada a lo largo de los rifts como resultados de la separación de dos placas es débil; mientras que la liberada en zonas de convergencia de placas es alta. En estos rifts los sismos son de pequeña magnitud con focos a menos de 30 km de profundidad.

En el Perú, la distribución de los epicentros sísmicos sugiere la presencia de tres fuentes sismogénicas. La primera produce los sismos conocidos como "interplaca", con origen en la superficie de fricción de las placas de Nazca y Sudamericana, llegando a distribuirse desde Tumbes hasta Tacna frente a la línea de costa (círculos rojos en la figura 3).

Esta fuente ha producido los sismos de mayor magnitud conocidos históricamente en el Perú, por ejemplo, los ocurridos el 23 de junio del 2001 (Arequipa) y 15 de agosto de 2007 (Pisco). Una segunda fuente considera a los sismos llamados "corticales", y agrupa a los que tienen su origen en la deformación de la corteza terrestre como resultado de la formación de fallas geológicas y/o reactivación de las mismas (círculos rojos en el interior del continente). Aquí los sismos son de magnitud moderada ($M < 6.5$), pero al ocurrir cerca de la superficie, los daños son tan importantes como los producidos por los sismos interplaca. Como ejemplo podemos mencionar los sismos ocurridos el 30 de mayo de 1990 y 5 de abril de 1991 en el Valle del Alto Mayo en Moyabamba. Finalmente, están los sismos "interplaca" que tienen su origen en la deformación que se



Figura 2. Esquema que muestra el proceso de expansión de los fondos oceánicos (rifts) y la convergencia de placas (oceánica vs. continental) con la formación de la Cordillera Andina. Las flechas indican la dirección de las corrientes de convección.

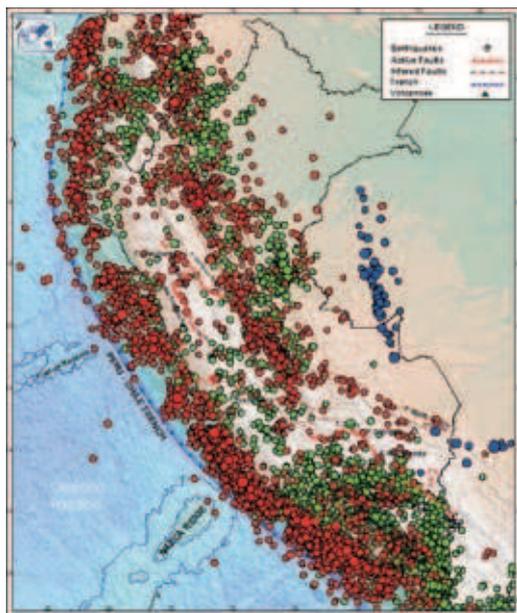


Figura 3. Distribución espacial de la actividad sísmica en el Perú. El color de los círculos es similar a la figura 1.

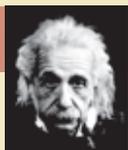
produce en el interior de la placa de Nazca por debajo del continente (círculos verdes en la figura 3).

Estos sismos pueden presentar magnitudes elevadas pero no producen daños en superficie debido a que la energía emitida se atenúa al salir a superficie. Un ejemplo de este tipo de sismos es el ocurrido el 25 de setiembre de 2005, conocido como sismo de Lamas. Finalmente, son parte de esta fuente los sismos que ocurren a profundidades de 500 a 750 km con epicentros

ubicados en las fronteras del Perú con Brasil y Bolivia (círculos azules en la figura 3). El sismo más importante ocurrido el 9 de junio de 1994 con una magnitud de 9.4 Mw y con foco a 700 km de profundidad, sin producir daños en superficie.

A nivel mundial, el borde occidental de América del Sur representa la región de mayor actividad sísmica, debido principalmente al número de sismos que en ella se produce año tras año y por haber dado origen a los terremotos de mayor magnitud conocidos por el hombre (terremoto de Valdivia de 1960, 9.4Mw).

*Investigador científico
Instituto Geofísico del Perú.
hjtavea@gmail.com



Reflexión sobre la vida

Albert Einstein (1879 - 1955)

No pretendamos que las cosas cambien si seguimos haciendo lo mismo

La crisis es la mejor bendición que puede sucederle a personas y países porque la crisis trae progresos. La creatividad nace de la angustia como el día nace de la noche oscura.

Es en la crisis que nace la inventiva, los descubrimientos y las grandes estrategias.

Quien supera la crisis se supera sí mismo sin quedar "superado".

Quien atribuye a la crisis sus fracasos y penurias, violenta su propio talento y respeta más a los problemas que a las soluciones.

La verdadera crisis es la crisis de la incompetencia. El problema de las personas y los países es la pereza para encontrar las salidas y soluciones.

Sin crisis no hay desafíos, sin desafíos la vida es una rutina, una lenta agonía.

Sin crisis no hay méritos. Es en la crisis donde aflora lo mejor de cada uno, porque en crisis todo viento es caricia.

Hablar de crisis es promoverla, y callar en la crisis es exaltar el conformismo.

En vez de esto trabajemos duro. Acabemos de una vez con la única crisis amenazadora que es la tragedia de no querer luchar por superarla.

Arte y Ciencia

Canto a Cobriza

Ing. Edgard Milla y Román *

Tierra peninsular
albergue de Raymondi,
puerto de sueños
en el Tayacaja.

Quebrada honda
cálida y fresca,
amada por la lluvia
pero más por el sol.

Tierra fértil y dócil,
eterno amor del Mantaro,
las luciérnagas despiertan
con su luz mágica
tus tarántulas dormidas.

Tierra del cobre y del maguey,
te siento lejana y ausente
porque ya no pinto
en el amarillo de tu manto
ni en el clivaje de tus pizarras;

porque ya no escucho
el feroz martilleo de tus
perforadoras
ni el cargador frontal
que araña la tierra
con sus enormes uñas.

Ni el zigzag
que con su visión
geométrica
contempla indolente
las horas de tragedia
y las horas de esperanza.

Mientras el hombre,
prisionero de ansias propias
y ajenas,
en un mar de polvo, de
humo y de fatiga
va buscando el cobre,
para conseguir el pan
amargo del mañana.

*Autor de los poemarios publicados:
Poesía minera y Mina, amor y fantasía.

montero993@hotmail.com