



## XVIII Congreso Peruano de Geología

# Características espacio-tiempo de la sismicidad en el enjambre sísmico de Pucallpa

Estela Centeno Moncada<sup>1</sup>, Hernando Tavera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geofísico del Perú (IGP), Calle Badajoz #169 - Mayorazgo IV Etapa - Ate Vitarte, Lima, Perú (estelacenteno777@hotmail.com)

<sup>2</sup>Instituto Geofísico del Perú (IGP), Calle Badajoz #169 - Mayorazgo IV Etapa - Ate Vitarte, Lima, Perú (hernando.tavera@igp.gob.pe)

### RESUMEN

En el presente estudio se ha analizado la distribución espacial de la sismicidad presente en la región central de Perú, a fin de caracterizar su relación con el Nido de Pucallpa. En esta región, la sismicidad sigue en profundidad el patrón subhorizontal propuesto por otros autores (Stauder 1975; Tavera y Buforn 2001), pero a la altura de la ciudad de Pucallpa, el número de eventos se incrementa y su distribución en profundidad sugiere la presencia de una posible resubducción de la placa de Nazca, la misma que estaría asociado a la actividad sísmica de foco profundo.

### 1. Introducción

En el Perú, la sismicidad tiene su origen en el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, el mismo que se desarrolla a una velocidad relativa de 8-10 cm/año (DeMents et al 1990). Este proceso genera un número ilimitado de sismos con diversas magnitudes a diferentes niveles de profundidad, lo cual permite conocer e identificar las principales fuentes sismogénicas presentes en el Perú. Varios autores (Stauder, 1975; Bazarangui e Isacks, 1976, Tavera y Buforn, 1998), han definido que la principal fuente considera, a los sismos que se producen debido a la fricción de las placas, presente frente a la zona costera hasta la línea de la fosa y desde el departamento de Tumbes hasta Tacna. Esta fuente genera la mayor cantidad de eventos, llegando muchos de ellos a presentar magnitudes elevadas que generan daños y destrucción en las ciudades y localidades costeras. La segunda fuente considera a los procesos de deformación de la corteza con la formación de fallas geológicas que producen sismos de magnitud moderada

con menos frecuencia, pero que generan daños en superficie debido a su foco superficial. La tercera fuente corresponde a los sismos con origen en la deformación interna que se produce en el interior de la placa de Nazca que se extiende por debajo de la cordillera Andina y a la profundidad de 120km en las regiones norte-centro y hasta 300 km en la región sur.

Aunque la geometría de estas fuentes han sido correctamente determinadas, la mejora en los sistemas de detección y calidad de los registros, han permitido contar con información, sobre los parámetros hipocentrales mejor determinados y válidos para realizar investigaciones a detalle. En este estudio, haciendo uso de información sísmica local y regional presente en la zona oriental de la región central del Perú, se pretende analizar la distribución espacial y en profundidad de la sismicidad a fin de identificar posibles escenarios de resubducción de la placa de Nazca por debajo de la ciudad de Pucallpa, tal como lo sugiere Schneider y Sacks (1988).

### 2. Datos

Los datos utilizados para el presente estudio fueron extraídos del catálogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú (IGP) y el catálogo de Engdland et al (2002), para el periodo 1960-2015. Para homogenizar ambos catálogos, se considerara sismos de magnitud mayor e igual 4.0 Mw, llegando a contar con una base de datos de 960 eventos con focos a profundidades superficiales ( $h \leq 60$  km), intermedios ( $61 < h \leq 300$  km) y profundos ( $h > 301$  km). Con esta base de datos, se ha construido mapas y perfiles de sismicidad a fin de realizar el análisis en detalle de la sismicidad en la región central del Perú.

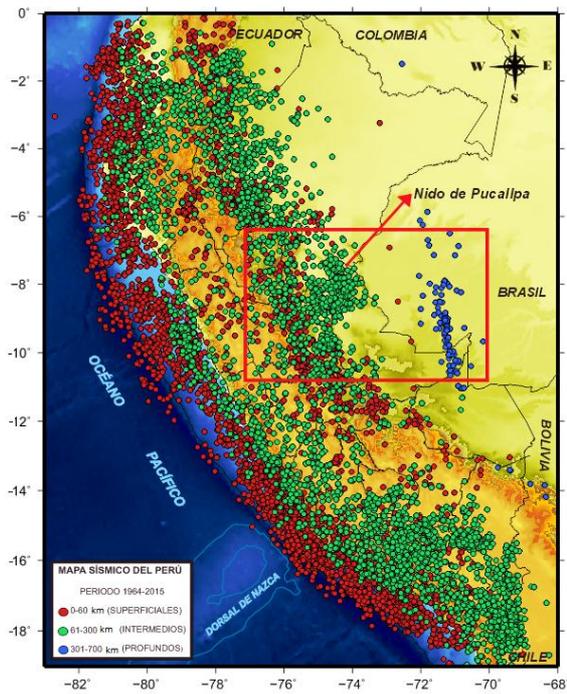


Figura 1: Mapa de sismicidad para el Perú. El recuadro indica el área de estudio.

### 3. Sección Sismicidad en la región central

La distribución espacial de la sismicidad (Figura 1) en el Perú es por demás compleja; sin embargo, es posible identificar sus características mediante un exhaustivo análisis que constituiría un primer paso para cualquier tipo de estudio sísmico. A fin de realizar el análisis detallado de la distribución espacial de la actividad sísmica de la región Central del Perú se elabora 4 perfiles de sismicidad de acuerdo a la Figura 2. De estos perfiles, cuatro son los más representativos y sus principales características se discute a continuación.

En general, en la región central del Perú la distribución espacial de la sismicidad sigue el patrón descrito por Cahill y Isacks (1992), Tavera y Buforn (2001) y Bernal (2002); es decir, los sismos de foco superficial (círculos rojos) asociados al proceso de fricción de las placas de Nazca y Sudamericana se concentran frente a la línea de costa y en el interior del continente sobre la Cordillera de los Andes y sobre las principales áreas de deformación definidas por la presencia de fallas. Los sismos de foco intermedio (círculos verdes), se concentran a ambos extremos de la cordillera y en mayor número en el extremo oriental sobre la ciudad de Pucallpa. Estos sismos tienen su origen en la deformación interna de la placa de Nazca que se desplaza por debajo de la cordillera. Finalmente, los sismos de foco profundo (círculos azules) tienen sus epicentros en la frontera de Perú con Brasil, y en este caso, su origen aún está en discusión.

En profundidad, los sismos se agrupan en mayor número, desde la fosa hasta la línea de costa, siguiendo un ángulo del orden de  $30^\circ$  hasta una profundidad de 120 km. Esta distribución de la sismicidad sugiere la geometría de la superficie del plano de fricción entre las placas de Nazca y Sudamérica como parte del proceso de subducción. Según los perfiles de sismicidad (Figura 2b), a distancias entre 300 y 550 km, el número de sismos disminuye, pero aun así la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la cordillera genera sismos que sugieren que ella se desplaza de manera casi horizontal hasta mayores distancias. Finalmente, a distancias entre 600 y 800 km, la actividad sísmica se incrementa notablemente sugiriendo mayores procesos de deformación con la característica, que esta sismicidad alcanza profundidades del orden de 150 km. Esta particularidad ya fue observada por Schneider y Sacks (1988) usando información de una red sísmica local, atribuyendo su origen a un posible proceso de resubducción por parte de la placa de Nazca.

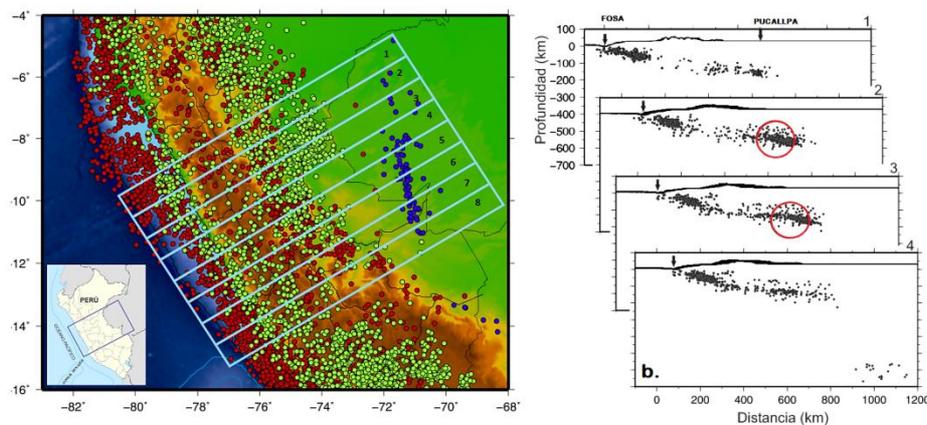


Figura 2: Sismicidad en la región central del Perú. Los círculos rojos indican sismos de foco superficial, en verde de foco intermedio y en azul de foco profundo. a.) Geometría de los perfiles considerados para la región central. (b.) Secciones verticales en función de la profundidad. En los perfiles, los círculos indican la ubicación de las posibles zonas de resubducción.

#### 4. Hipótesis de resubducción de la Placa de Nazca

En la Figura 3 se presenta en detalle la proyección, en profundidad, de la sismicidad en la región central del Perú y con énfasis por debajo de la ciudad de Pucallpa. En principio, la distribución de la sismicidad sugiere que la placa de Nazca, por debajo de la cordillera, se desplaza de manera casi horizontal a la profundidad de 120 km aproximadamente hasta llegar a la altura de Pucallpa, para luego la sismicidad alcanzar mayor profundidad sobre un plano de 28° de inclinación. Esta particularidad, puede ser explicada con la hipótesis de que la placa soportaría un posible proceso de fractura generado por fuerzas de gravedad que orientan a la placa hacia el interior de la tierra, presentando como escenario la posible resubducción de la placa. En el pasado este mismo proceso se habría desarrollado y como resultado, en la actualidad se tiene actividad sísmica a niveles de profundidad entre 500 y 700 km generado por la deformación interna de un trozo de placa que flota en la litosfera, tal como sugiere Stauder (1975) y Kikuchi y Kanamori (1994).

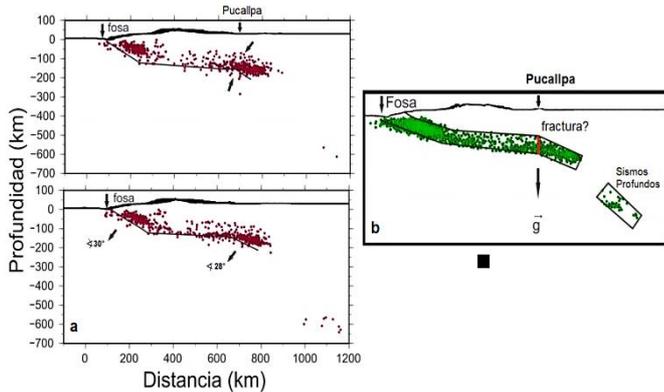


Figura 3: a) Perfiles de sismicidad para la región central del Perú.  
b) Esquema para la hipótesis propuesta en este estudio.

#### 5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio permiten considerar las siguientes conclusiones:

- La distribución espacial y en profundidad de la sismicidad en la región central del Perú, sigue el mismo patrón descrito y discutido por otros autores.
- En el extremo oriental de la región central, se observa un importante incremento de la actividad sísmica de foco intermedio denominado "Nido de Pucallpa".
- En profundidad, la sismicidad de foco intermedio sugiere que la placa de Nazca se desplaza por debajo de la cordillera a una profundidad de 120 km, para luego incrementarse por debajo de Pucallpa hasta 150 km, sugiriendo un posible proceso de resubducción de la placa.
- Como hipótesis, la placa de Nazca estaría en proceso de soportar una fractura generada por fuerzas de gravedad que atraen la placa hacia el interior de la tierra. Este proceso se habría dado en el pasado y actualmente, la sismicidad de foco profundo tendría origen en la

deformación interna de un trozo de placa que flota en la litosfera.

-Estos resultados serán complementados con mecanismos focales a fin de conocer las características de los esfuerzos.

#### Referencias

- Bernal, I. (2002): Aproximación a un modelo detallado de la sismicidad en el Perú: características y evaluación de la energía liberada. Tesis Univ. San Agustín de Arequipa, p.63-67.
- Bazarngi, M. E Isacks, B. (1976). Spatial distribution of earthquakes and subduction of the Nazca plate beneath Peru. Journal of geology society. V.4, p. 682-692.
- Cahill, t. E isacks, B. (1992). Seismicity and shape of the subducted Nazca plate: journal of Geophysical Research. v.97, p. 17503-17529.
- Demets, C., Gordon, R., Argus, D .y S (1990). Current plate motions geophys: Geophysical Journal of International. V.101, p 425-478.
- Engdahl, E y Villaseñor (2002). Global seismicity: 1900-1999, in W.H.K.LEE, h. Kanamori,p.c. Jennings, and c. Kisslinger (editors), International handbook of earthquake and engineering seismology, part a, Charper 41, p 665-690.
- Kikuchi, M. Y kanamori, H. (1994). The mechanism of deep bolivian earthquake of june 9, 1994: Geophysical Research Letters. v 21, p.2341-2344.
- Schneider y sacks (1988). Distribution and b value of intermediate-depth earthquakes beneath central Peru. Journal of Geophysical research. v. 15, p. 1421-142.
- Stauder, W. (1975). Subduction of the Nazca plate under Peru as evidenced by focal mechanism and seismicity. Journal of Geophysical Research. v. 80, p. 1053-1064.
- Tavera, H. y Buforn, (1998). Sismicidad y sismotectónica de Perú. Sismicidad y sismotectónica de centro y Sudamérica: Universidad Computence Madrid.v.10, p.1987-219.
- Tavera, H. y Buforn, (2001). Source mechanism of earthquakes in Peru.: Journal Seismology v.5, p.519-539.