



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto  
Geofísico del Perú

Subdirección de  
Ciencias de la Tierra  
Sólida - SCTS



## **Sismo de Pampamarca del 16 de Mayo del 2017 (5.2 ML)**

**(Ayacucho)**

**Aspectos Sismológicos**

Hernando Tavera  
Martha Añazco

Lima - Perú  
2016

**Sismo de Pampamarca del 16 de Mayo del 2017 (5.2 ML)  
(Ayacucho)**

**Aspectos Sismológicos**

***Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida***

***Calle Calatrava 216, Urb. Camino Real – Camacho – La Molina  
Telef. 3172309***

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- TECTÓNICA LOCAL

3.- EL SISMO DE PAMPAMARCA

3.1- Parámetros Hipocentrales

3.2.- Intensidades

3.3.- Réplicas

4.- EFECTOS SECUNDARIOS

4.1.- Daños en viviendas

CONCLUSIONES

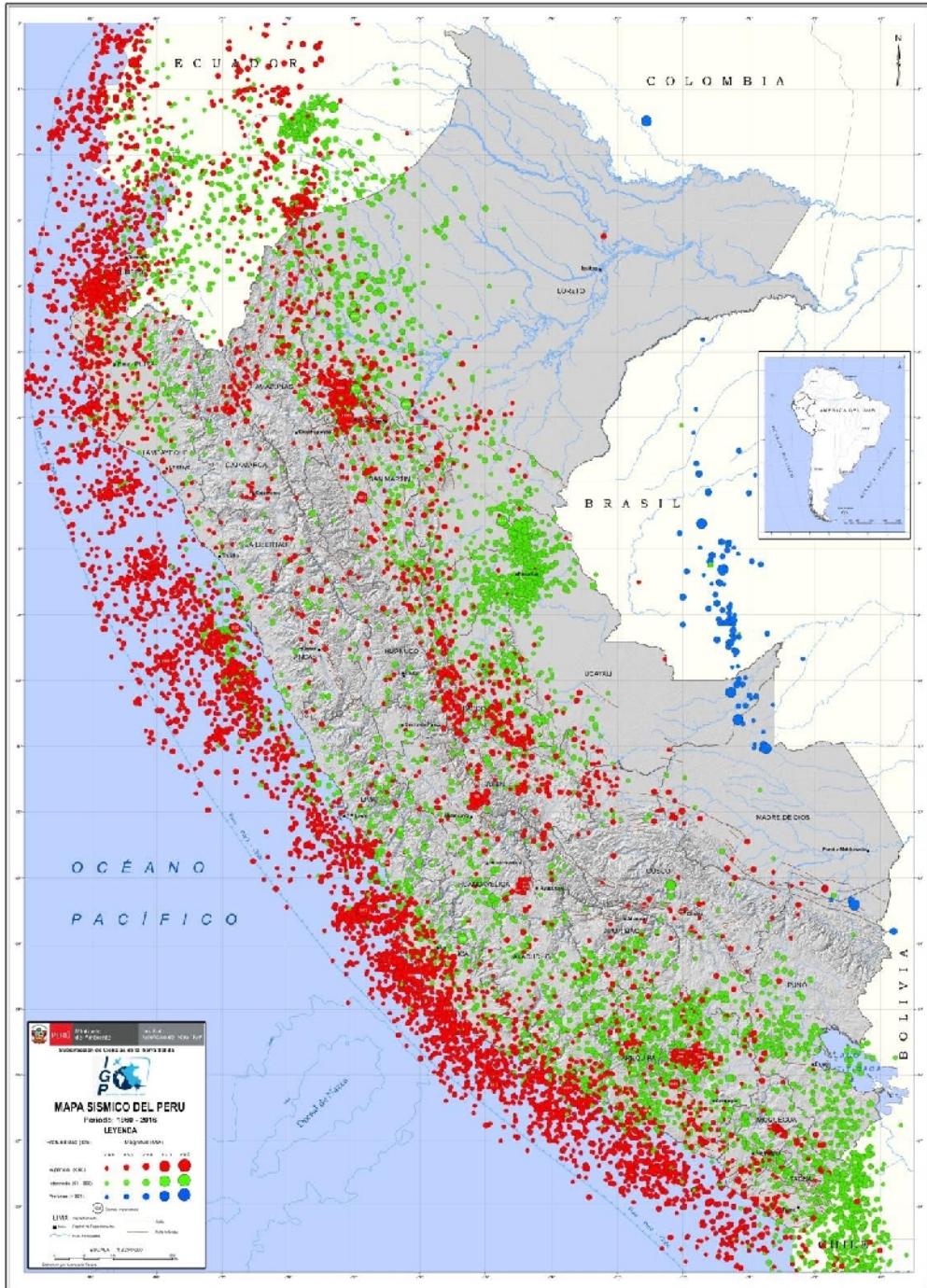
BIBLIOGRAFÍA

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El Perú se encuentra ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico y en su borde occidental se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999), siendo el mismo responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano. Este proceso permite la ocurrencia de sismos de diversa magnitud y focos ubicados a variadas profundidades, todos asociados a la fricción de placas (oceánica y continental), deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales

Dentro de este contexto (Figura 1), en el Perú la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año, se registra y se reporta un promedio de 400 sismos percibidos en superficie con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes  $ML \geq 4.0$ . Los sismos de magnitud mayor ( $M \geq 7.0$ ), son menos frecuentes y cuando ocurren tienen su origen en el proceso de fricción de placas. Estos eventos producen importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 ( $M_w=8.2$ ) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 ( $M_w=7.9$ ).

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen daños de consideración en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de Mayo de 1990 (6.0 ML) y 5 de Abril de 1991 (6.5 ML); asimismo, los sismos del 12 de Abril de 1998 (5.2 ML) y 17 de julio del 2013 (5.7 ML), en las cercanías de la localidad de Huambo en el Cañón del Colca y el sismo del 14 de Agosto de 2016 (5.3 ML) a 10 Km de la Ciudad de Chivay (Arequipa). En general, los efectos producidos por estos eventos consideran daños mayores en viviendas de adobe y piedra, además de deslizamientos de piedras y tierra en zonas de pendiente alta.



**Figura 1.-** Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2016. La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos con número inscrito en su interior indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos.

En la región centro-sur del Perú, el día 16 de Mayo de 2017, ocurre un sismo tipo cortical con una magnitud moderada de 5.2 ML y con epicentro ubicado a 43 km de Coracora – Ayacucho. El sismo ocurrió a una profundidad de 12 km (foco superficial) y en general, presento un área de percepción con radio del orden de 100 km ( $I_{min}=II$ ), siendo mayor su intensidad ( $I_{max}=VI$ ) entorno a las localidades de Pampamarca (Ayacucho) y Chalhuanca (Apurímac). En este informe se describe los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, orientación de la fuente, así como su interpretación sismotectónica.

## 2.- TECTÓNICA LOCAL

En La región de Ayacucho se ha distinguido la ocurrencia de fases tectónicas características por fallas y lineamientos estructurales. La tectónica reciente o Plio-cuaternaria, de aproximadamente 4 millones de años, presenta dos episodios principales; el primero relacionado con flujos de piroclastos tobáceos, que han desarrollado extensas mesetas volcánicas vinculadas a calderas o fisuras, marcando una etapa de distensión, y , el segundo representa un episodio de flujo de andesitas y/o con estructura domal.

En el área de estudio no se ha reconocido manifestaciones de la fase tectónica de compresión ocurrida durante el cuaternario (reciente), tal como acontece en otras regiones del país. En la Figura 2 se observa que la deformación local y regional está representada principalmente por el sistema de fallas de Alto Condorama y por la falla regional Arenizo, ambas ubicadas en la parte central de la zona de estudio. Asimismo, en la Figura 2 se observa la presencia de un importante lineamiento de fallas que sustenta el desarrollo de altos índices de deformación local con la ocurrencia de importante actividad sísmica.

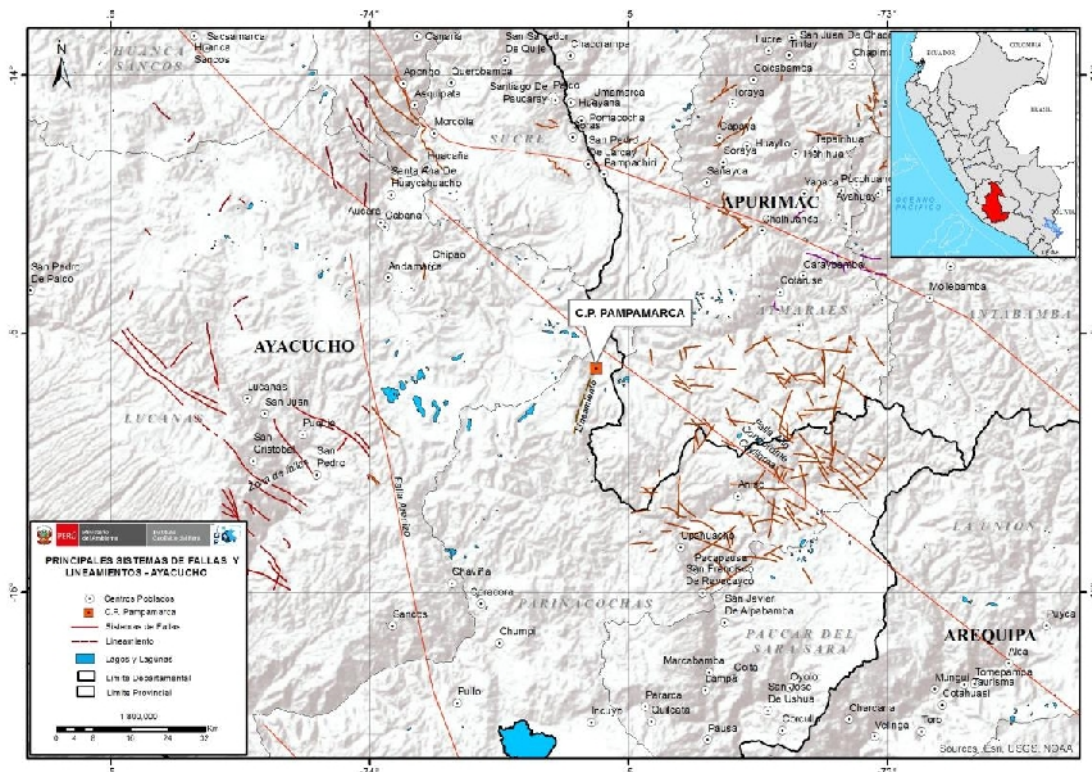


Figura 2: Principales sistemas de fallas y lineamientos en el entorno de la localidad de Pampamarca

### **3.- SISMO PAMPAMARCA**

#### **3.1.- Parámetros hipocentrales**

Los parámetros hipocentrales del sismo del 16 de mayo del 2017 fueron obtenidos utilizando información de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional y sus valores son (Figura 2):

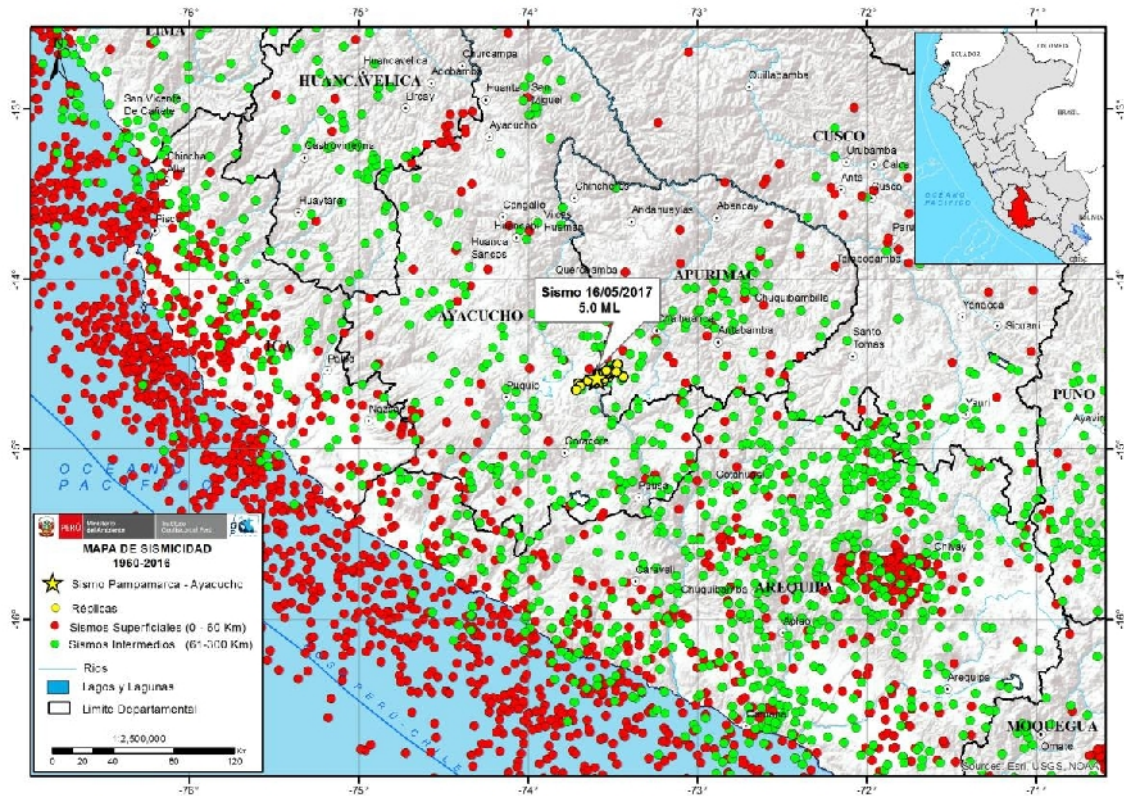
Fecha:	16 de mayo, 2017
Tiempo Origen:	17h 09min (Hora Universal) 12h 09min (Hora Local)
Latitud Sur:	-14.58°
Longitud Oeste:	-73.60°
Profundidad:	12 km
Magnitud:	5.2 ML
Epicentro:	A 43 km al Norte de la localidad de Coracora
IMáxima (MM):	VI en la localidad de Pampamarca.

En la Figura 3 se presenta la ubicación del epicentro del sismo de Pampamarca junto a los epicentros correspondientes a los sismos ocurridos en la región centro-sur de Perú durante los años 1960 al 2016. Por el tamaño de los círculos se puede observar que alrededor del epicentro, la mayor sismicidad producida presentaría sus focos a profundidades intermedias (círculos en verde).

#### **3.2.- Intensidades**

Después de producido el sismo de Pampamarca, se procedió a realizar la evaluación de los efectos, daños y radio de percepción del sismo en todo el territorio peruano. Las evaluaciones fueron realizadas por el personal del Centro Nacional de Monitoreo Sísmico (CENSIS). La información obtenida fue interpretada utilizando la escala de Mercalli Modificada y la más resaltante se detalla a continuación:

*Localidad de Pampamarca (Ayacucho):* Movimiento fuerte sentido por todo el centro poblado, todas las personas sintieron gran temor, algunas viviendas de adobe se derrumbaron, centro de salud paredes rajadas, deslizamiento de piedras en los cerros, no se registró pérdidas de vidas humanas. La intensidad evaluada fue de VI en la escala de Mercalli Modificada.



**Figura 3.-** Distribución espacial de la sismicidad entorno al área epicentral del sismo de Ayacucho del 16 de mayo de 2017 (estrella). El color de los círculos definen los rangos de profundidad para los sismos. Los círculos amarillos corresponden a las réplicas del sismo de Ayacucho

*Localidad de Chalhuanca (Apurímac):* Fuerte movimiento sentido por toda la población, no se reportó daños materiales. En esta localidad, la intensidad evaluada fue de IV en la escala de Mercalli Modificada.

*Localidades de Cora Cora, Querobamba (Ayacucho):* Movimiento fuerte sentido por la mayoría de personas que algunos salieron a la calle, no se reportó daños materiales. En estas localidades la intensidad evaluada fue de III en la escala de Mercalli Modificada.

*Localidades de Antabamba (Apurímac), Puquio y Pausa (Ayacucho):* Leve movimiento sentido por algunas personas, muy pocas salieron a la calle. La intensidad evaluada fue de II en la escala de Mercalli Modificada.

### 3.3.- Réplicas

El sismo de Pampamarca, con magnitud moderada de 5.2 ML, produjo un importante número de réplicas durante un periodo de 3 meses posteriores y de ellas, se ha calculado sus parámetros hipocentrales para un total de 32 réplicas, todas con magnitudes menores a 4.5 ML. En la Figura 4 se presenta el sismograma de la estación sísmica de Sta. Isabel de Chapa ubicada en dirección NO a 57 km del epicentro del sismo. En la figura se observa el registro del sismo principal y de la serie de réplicas ocurridas durante las primeras 24 horas después de ocurrido el sismo.

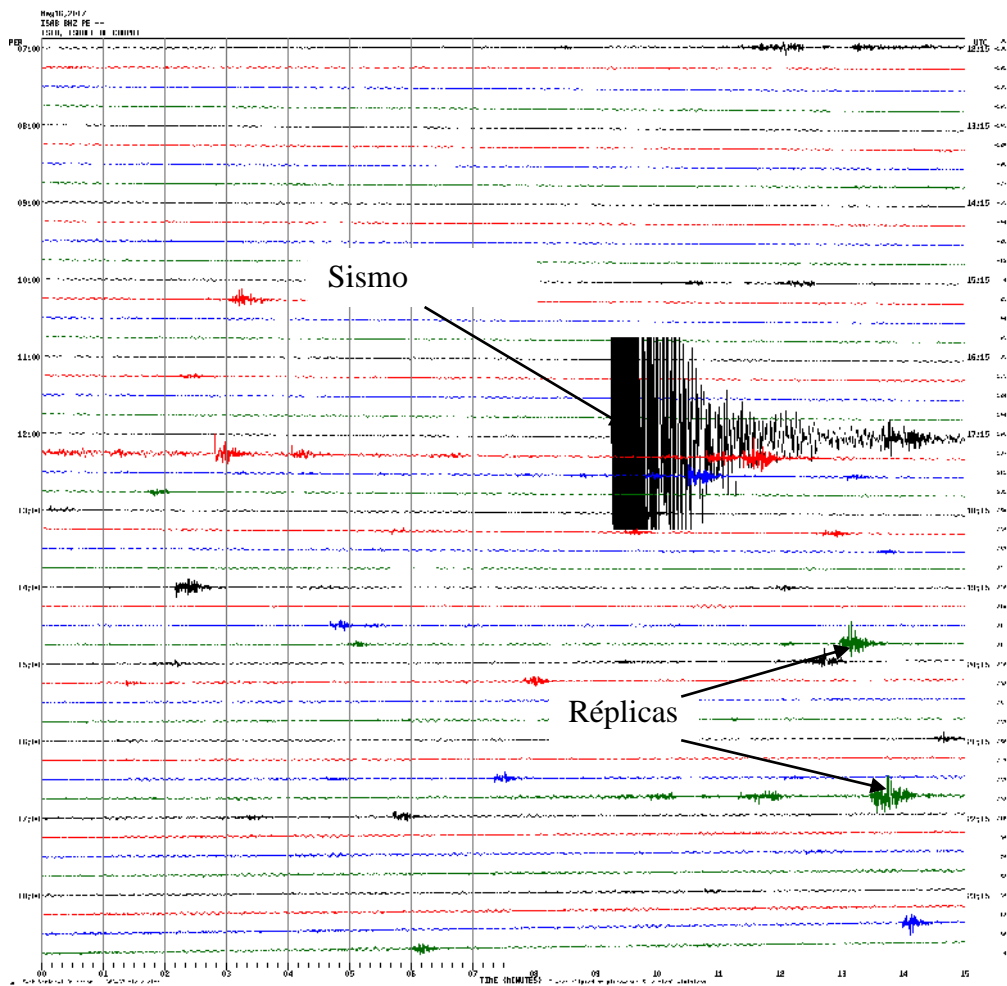


Figura 4: Sismograma correspondiente a la estación ISAB (Isabel de Chapa) en la cual se observa el registro del sismo de Pampamarca y algunas de sus réplicas (comparar amplitudes de la señal correspondiente a cada evento).

En la Figura 5 se observa la ubicación del sismo de Pampamarca y de su serie de réplicas registradas hasta el día 12 de agosto (32 réplicas aproximadamente), todas se distribuyen a lo largo de la falla Pampamarca; por lo tanto, se confirma que esta falla estaría pasando por una periodo de reactivación. El epicentro del sismo y sus réplicas, en mayor número, ocurrieron entre

las localidades de Pampamarca y Urayhuma, lo cual explicaría los daños observados en superficie.

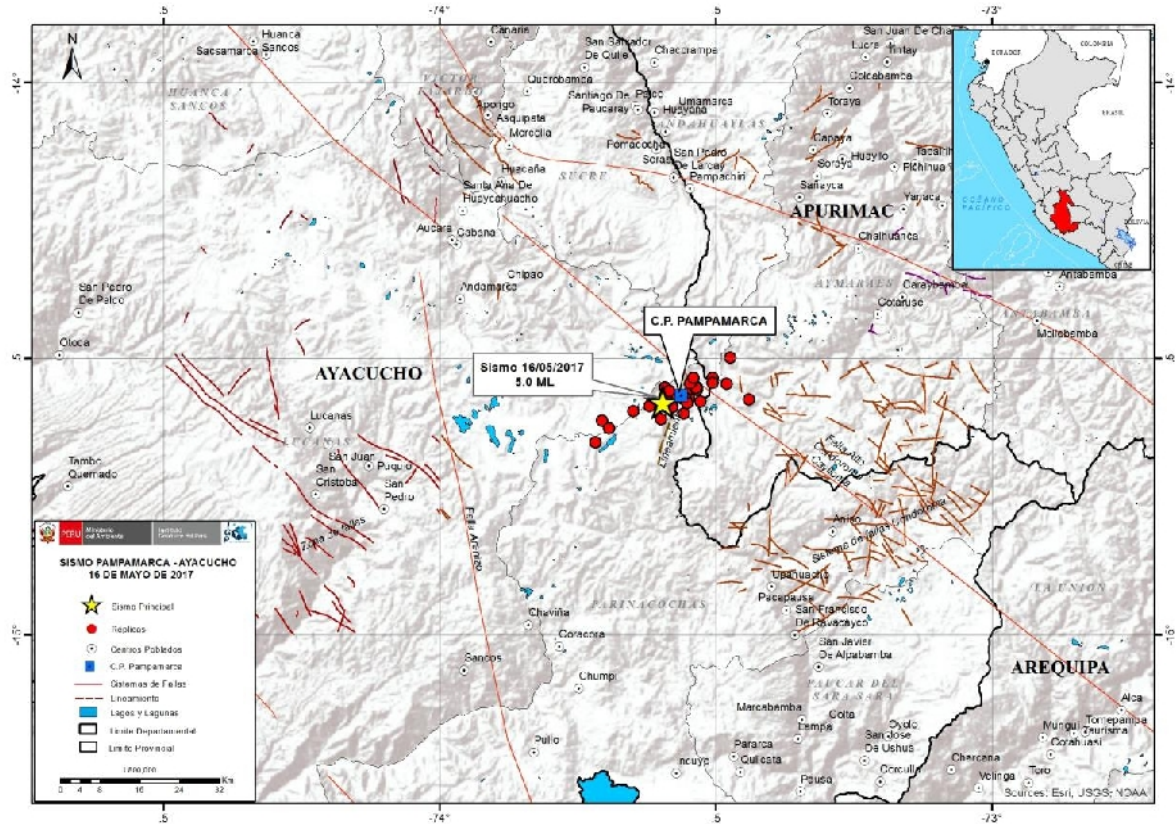


Figura 5: Distribución espacial del sismo de Pampamarca y su serie de réplicas hasta el día 12 de agosto.

## **4.- EFECTOS SECUNDARIOS**

Los sismos de magnitudes tales que generen altos niveles de sacudimiento del suelo en zonas continentales, producen una variedad de efectos secundarios entorno a la zona epicentral. De estos efectos, los más comunes son los deslizamientos de tierra y piedras en superficies con pendiente (derrumbes), licuación de suelos y daños en viviendas cuyo grado va a depender del tipo de suelo, calidad de los materiales y de su antigüedad.

En la región Ayacucho algunas de las carreteras se encuentran al pie de los cerros y las localidades, en general, están asentadas sobre antiguos deslizamientos de tierra y sobre ellos, las viviendas, en mayor porcentaje, son de adobe y piedras deterioradas por el paso de los años. Dentro de este escenario, es de esperarse que a la ocurrencia de un sismo como el de Pampamarca, se presenten muchos de estos efectos.

### **4.1.- Daños en Viviendas y Colegios**

Los mayores daños en viviendas reportados fueron en las localidades de Pampamarca, Coracora y Aucará, siendo en su mayoría de construcción precaria por el uso de adobe, sillar y piedras (Figura 6). Asimismo, el movimiento telúrico causó, daños en 7 instituciones educativas, 3 de las cuales están ubicadas en el distrito de Aucará (I.E. Andrés Avelino Cáceres, I.E. Nivel Primaria 24076 Virgen de las Mercedes y I.E. P 24101 de Mayo Luren), 3 en la localidad de Pampamarca (I.E Nivel Inicial 925, I.E. Nivel Primaria 24379 y I.E. Nivel Secundaria Fernando Belaunde Terry) y uno en el distrito de Chipao. A su vez, un establecimiento de salud situado en el distrito de Coracora también resultó afectado por el sismo.



*Figura 6. Imágenes de diversas viviendas en Pampamarca construidas con adobe y piedras que colapsaron por la fuerte intensidad de sacudimiento del suelo debido al sismo de Pampamarca (fuentes RPP).*

## **CONCLUSIONES**

Las principales conclusiones del presente informe técnico son:

- El sismo del 16 de mayo del 2017 y su serie de réplicas, tuvieron su origen en la reactivación de la falla Pampamarca, ubicada en las cercanías de la localidad del mismo nombre.
- Los niveles de intensidad en la escala de Mercalli Modificada presentaron valores máximos de VI en la localidad de Pampamarca. En esta localidad se produjo el colapso y derrumbe parcial de un gran número de viviendas rústicas construidas con adobe, ladrillo, sillar y piedras. Las viviendas material noble, presentaron algunas de ellas fisuras, pero no colapsaron.
- Los daños observados se debieron principalmente a la alta intensidad de sacudimiento del suelo debido a que los suelos no son compactos, por el contrario tienen bastante componente de agua, lo cual amplifican las ondas sísmicas. A esto se suma la mala calidad de las construcciones, típicas de estas localidades.
- Los sismos son recurrentes en la zona debido a la presencia de fallamientos activos; por lo tanto, se debe mejorar la calidad de las construcciones, tanto por el material utilizado como por el tipo de suelo ocupado para tal fin.

## **BIBLIOGRAFIA**

- De Mets, C., Gordon, R., Aarhus, A., y Stein, S. (1980). Current plate motions. *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.
- Dorbath, L., Cisternas, A. y Dorbath, C. (1990a). Assessment of the size of large and great historical earthquakes in Peru. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 80, 551-576.
- Lavalle, Y., de Silva, L. S., Salas, G., Byrnes, J. M., (2009). Structural control on volcanism at the Ubinas, Huaynaputina and Ticsani Volcanic Group (UHTVG), Southern Peru. *J. Volcanol. Geoth. Res.* 186(4), 253–264.
- Norabuena, E., Dixon, T., Stein S. y Harrison, C. (1999). Decelerating Nazca\_south America and Nazca-Pacific plate motions. *Geophys. Res. Lett.* 26, 3405-3408.
- Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. *Journal of Seismology*, 5, 519-540.