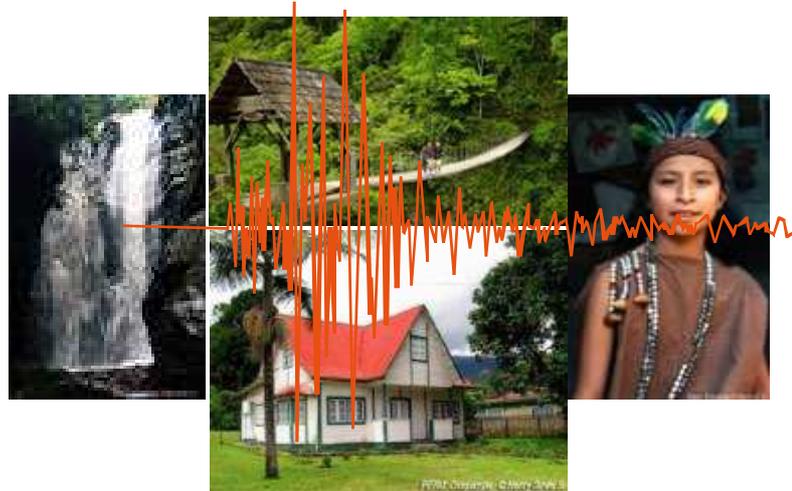




**INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU**  
Dirección de Sismología - CNDG



Sismo de Huancabamba del 30 de Junio de 2008, 5.3Mw  
Zona Subandina de la Región Central del Perú  
(Provincia de Oxapampa, Pasco)

Hernando Tavera  
Isabel Bernal

Lima-Perú  
Julio, 2008

## INDICE

INTRODUCCION

SISMICIDAD REGIONAL

EL SISMO DE HUANCABAMBA DEL 30 DE JUNIO DE 2008

    Parámetros Hipocentrales

    Intensidades

    Orientación de la Fuente

    Parámetros de la Fuente

    Replicas

DISCUSION Y CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

La importante actividad sísmica presente en el Perú se debe al proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana que se desarrolla a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980). Dicho proceso es responsable de la ocurrencia de los sismos de mayor magnitud que se hayan producido frente a la línea de costa (Dorbath et al, 1990a; Tavera y Buforn, 2001), todos asociados al contacto sismogénico interplaca. Estos sismos son frecuentes en el tiempo y en un año es posible registrar la ocurrencia de hasta 60 sismos con magnitudes  $m_b \geq 4.5$  que en general son sentidos en las localidades cercanas a la línea de costa y al epicentro con intensidades mínimas de IV-V (MM). Los sismos de mayor magnitud ( $M > 7.0$ ) han producido importantes daños en áreas relativamente muy grandes como el ocurrido en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 ( $M=8.2$ ) y el de Pisco del 15 de Agosto de 2007 ( $M=7.9$ ), ambos produjeron intensidades máximas del orden de VII-VIII MM (escala Mercalli Modificada) en áreas relativamente pequeñas con daños de consideración en viviendas y un gran numero de personas afectadas (Tavera y Bernal, 2007).

Otras fuentes de actividad sísmica superficial la constituyen las fallas geológicas que se encuentran distribuidas en el interior del continente, mayormente concentradas en la zona subandina de las regiones norte y centro de Perú. Históricamente, estas fallas han dado origen a sismos de magnitud moderada ( $M_L > 5.0$ ) que han producido daños de consideración debido principalmente a que presentan sus focos cerca de la superficie afectando directamente a poblaciones en las cuales las construcciones son en su mayoría muy precarias, hechas de adobe y quincha. Tuvieron su origen en estas fallas los sismos de Moyabamba de 1990 y 1991, ambos con magnitudes del orden de 6.0ML (Tavera, 1998).

Recientemente, el día 30 de Junio de 2008 a las 19h 17m (hora local), ocurre otro sismo de magnitud moderada (5.3 ML) con epicentro en la zona subandina de la región Central de Perú (epicentro ubicado cerca del distrito de Huancabamba – Oxapampa, Pasco) que produjo principalmente daños en viviendas construidas mayormente con materiales de adobe, quincha y madera en las localidades de Espiritupata, Torrebamba, Lanturache y Jatumpata. Este sismo fue seguido por una serie de 7 réplicas, sobresaliendo la ocurrida a las 20h 04min con una magnitud de 4.0ML, siendo sentido leve en las localidades afectadas; sin embargo, produjo el desplome de viviendas dañadas previamente por el sismo principal.

En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, sus intensidades e interpretación sismotectónica.

## **SISMICIDAD REGIONAL**

La sismicidad presente en la región central del Perú esta asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca y Sudamericana cuyo efecto secundario da origen a la deformación cortical presente en toda la zona andina y subandina. En la Figura 1 se presenta la distribución espacial de la sismicidad para el periodo de 1974-2007 con sismos de magnitudes mayores e iguales a 4.0ML, indicando con una estrella la ubicación del sismo de Huancabamba. En la figura, los círculos rojos ubicados entre la línea de costa y fosa son asociados al proceso de subducción en sus niveles iniciales, y los ubicados en el interior del continente asociados a la deformación cortical de carácter superficial. Finalmente los cuadrados verdes representan a los sismos asociados a la deformación interna de la placa de Nazca a niveles de profundidad mayores a 60 km.

Asimismo, en la Figura 1 se muestra una sección vertical con la tendencia de la sismicidad para esta región (la estrella indica la ubicación del hipocentro del sismo principal) y en ella se observa que la placa de Nazca subduce siguiendo un ángulo medio de 30° hasta una profundidad de 100 km, a partir de la cual la placa se hace horizontal hasta una distancia de 750 km desde la fosa. Hacia el extremo A' de la sección, se observa agrupamientos de sismos que salen de la tendencia definida por una línea discontinua, los cuales representan a los sismos asociados a la deformación cortical producidos a profundidades muy superficiales.

El sismo de Huancabamba, por la profundidad de su foco y ubicación, esta asociado al proceso de deformación cortical evidenciado con la presencia de importantes sistemas de fallas de tipo inverso (acortamiento de la corteza) como resultado del continuo proceso de deformación de la corteza continental. En general, estos sistemas de fallas están presentes en mayor número, de Norte a Sur, sobre la zona Subandina al pie

del borde Oriental de la Cordillera Andina, afectando a los principales plegamientos del escudo Brasileño. En la zona Subandina de la región central destaca el sistema de fallas de tipo inverso Satipo – San Ramón con buzamientos en dirección sur-oeste, longitudes que oscilan entre 300 y 500 km, con orientaciones paralelas a la Cordillera Andina.

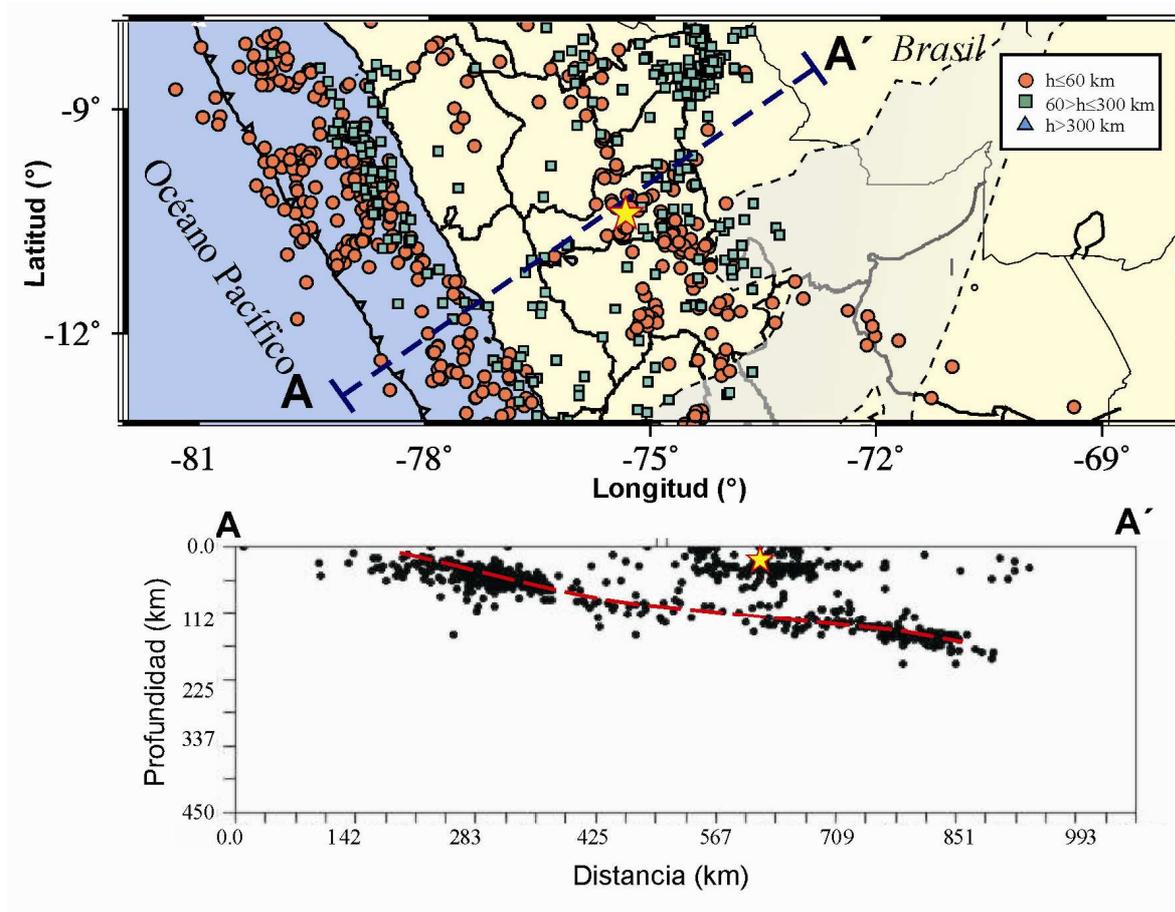


Figura 1. Distribución espacial de la sismicidad en la región central de Perú (1974-2007, 4.0ML). La estrella indica la ubicación del sismo de Huancabamba en superficie y profundidad.

## **EI SISMO DE HUANCABAMBA DEL 30 DE JUNIO DE 2008**

### **Parámetros hipocentrales**

Los parámetros del sismo de Huancabamba ocurrido el 30 de Junio fueron obtenidos utilizando información de las estaciones sísmicas de la Red Sísmica Nacional a cargo del Instituto Geofísico del Perú distribuidas en la región central. Los parámetros hipocentrales del sismo son:

Fecha:	30 de Junio de 2008
Tiempo Origen:	19h 17m 32.3 seg. (Hora Local)
Latitud Sur:	-10.40°
Longitud Oeste:	-75.58°
Profundidad:	9 km
Magnitud Richter:	5.3 ML
Magnitud Momento:	5.3 Mw
Momento Sísmico:	1.5E+24 dina-cm
Epicentro:	7 km al sur-oeste de la localidad de Huancabamba (Pasco)
Intensidad Máxima:	VI en la escala de Mercalli Modificada

En la Figura 2 se presenta la ubicación epicentral del sismo de Huancabamba y las trazas de los diversos sistemas de fallas de tipo inversas presentes en toda la región central del Perú (líneas de color). En general, estas fallas siguen una orientación NO-SE con buzamientos en dirección SO del orden de 30° a 40° que han venido produciendo importante actividad microsísmica, siendo el sismo de Huancabamba el de mayor magnitud ocurrido en los últimos 50 años.

## Intensidades

Ocurrido el sismo del 30 de Junio de 2008, se procedió a realizar las evaluaciones de los efectos y daños causados por el sismo en los distritos de Huancabamba, Pozuzo, Palcazú, Villarrica, Oxapampa, Chontabamba y localidades aledañas (provincia de Oxapampa, departamento de Pasco). Estas evaluaciones fueron hechas por el personal del Servicio de Emergencia Sísmica del IGP (SES-DIRSIS) mediante encuestas vía línea telefónica a dos o tres personas de las localidades mayores y la información obtenida fue interpretada utilizando la escala de Mercalli Modificada. La descripción más resaltante de los daños y efectos se describe a continuación:



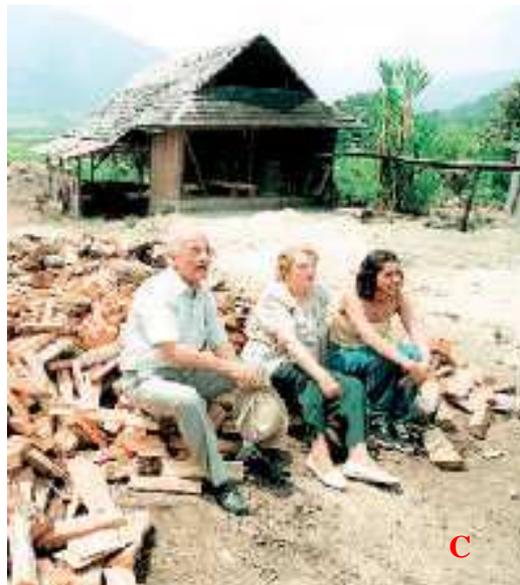
Figura 2.- Mapa de intensidades locales evaluadas en la Provincia de Oxapampa debidas al sismo de Huancabamba del 30 de Junio de 2008.

*Distrito de Huancabamba:* Sentido fuerte por todos, algunas personas entraron en pánico y salieron corriendo. Aproximadamente se han destruido 60 viviendas de adobe y quincha, 25 viviendas parcialmente dañadas. Intensidad V-VI(MM).

*Distritos de Oxapampa, Chontabamba y Palcazú:* Sentido por personas que se encontraban en primeros pisos y en estado de reposo. En otras viviendas el movimiento produjo la vibración de ventanas. Intensidad de III (MM).

*Distritos de Puerto Bermúdez, Villa Rica y Pozuzo:* Sentido por personas que se encontraban en estado de reposo. Intensidad de II (MM).

En general, las localidades más afectadas por el sismo fueron las de Jatunpata, Espiritupata, Monopata, San Pedro de Herrera, Laturachi y Tingo-Pozuzo en donde se han producido el derrumbe de muchas viviendas construidas mayormente de adobe, quincha y madera. Se ha reportado deslizamientos de tierra que destruyeron aproximadamente 30 km de carreteras que une a las ciudades de Huancabamba y Pozuzo. El sismo deja como saldo preliminar 314 damnificados, 100 afectados, 45 personas heridas (INDECI). Una réplica ocurrida 47 minutos después del sismo, produjo la destrucción de un mayor número de viviendas y la interrupción de algunas vías de comunicación debido a deslizamientos de tierra y roca (ver Figura 2).

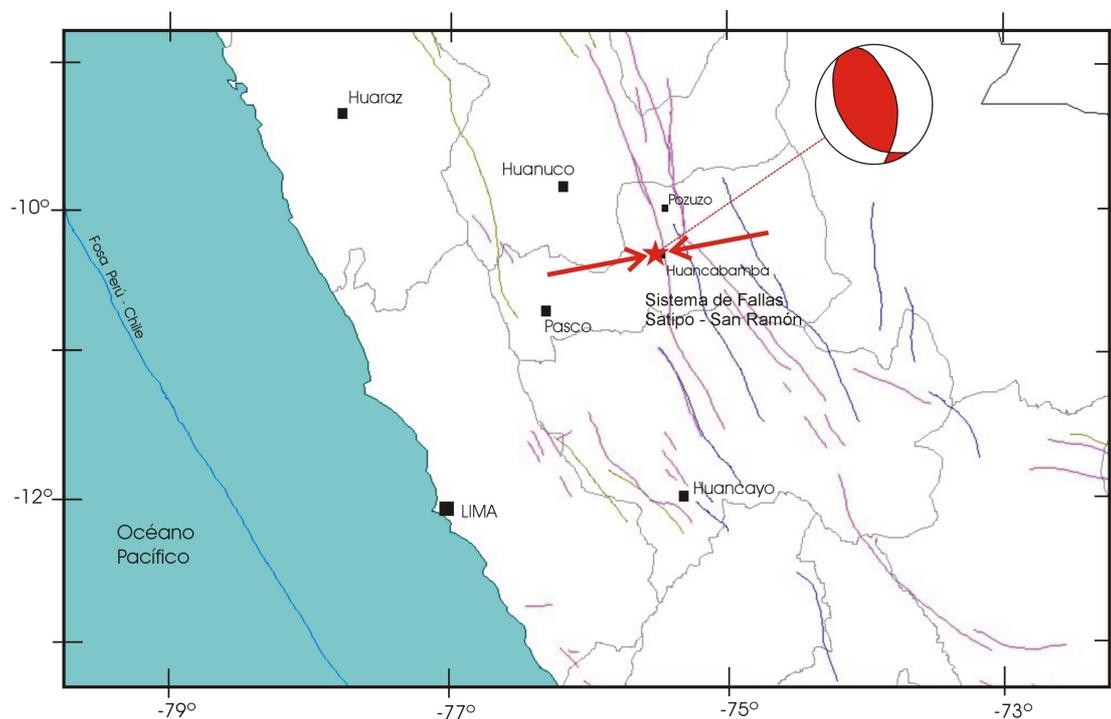


**Figura 2.** Imágenes que muestran los daños producidos por el sismo del 30 de Junio en Huancabamba (fotos A y B) y Oxapampa (foto C). (fuente Website).

## Orientación de la Fuente

La orientación preliminar para la fuente del sismo de Huancabamba del 30 de Junio fue obtenida a partir de los primeros arribos de la onda P registrado en 12 estaciones de la Red Sísmica Nacional.

En la Figura 3 se presenta el mecanismo focal para el sismo, siendo este de tipo inverso con planos nodales orientados en dirección NO-SE ( $\phi_1=141^\circ$ ,  $\lambda_1=42^\circ$ ;  $\phi_2=351^\circ$ ,  $\lambda_2=52^\circ$ ) y ejes de máxima presión orientada en dirección ENE-OSO. Esta solución para el mecanismo sugiere que el sismo de Huancabamba ha tenido su origen en un proceso de deformación por compresión como el que se produce en el sistema de fallas Satipo-San Ramón como resultado del acortamiento de la Cordillera Andina.

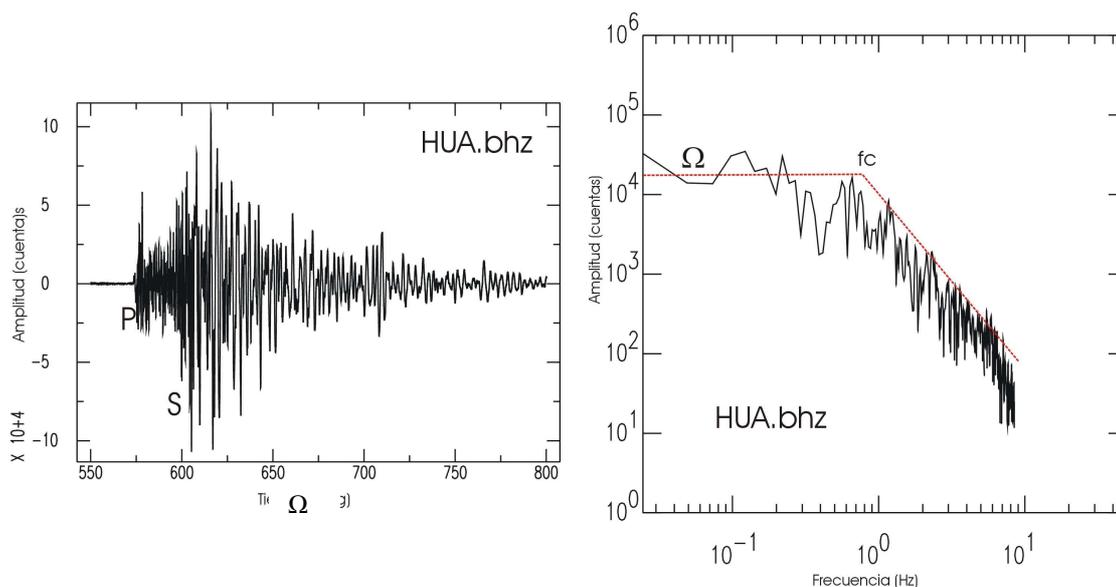


**Figura 3.-** Ubicación epicentral del sismo de Huancabamba y principales sistemas de fallas de tipo inverso existentes en la región central de Perú. La esfera indica el mecanismo focal de tipo inverso y las flechas, la orientación de los esfuerzos que produjeron la deformación durante el sismo.

## Parámetros de la Fuente

Los parámetros de la fuente para el sismo de Huancabamba del 30 de Junio de 2008 fueron estimados a partir de las características del espectro de amplitud del desplazamiento del suelo registrado en la estación de Huancayo (HUA). Según la Figura 4, la parte plana del espectro permite estimar un momento sísmico del orden de  $1.5E+24$  dina-cm. Utilizando las relaciones propuestas por Kanamori (1977) y Brune (1980), se obtiene una magnitud momento de 5.3Mw y un radio de fractura de 3 km.

La réplica producida a las 20h 04m, presenta un momento sísmico de  $2.1E+22$  dina-cm, equivalente a una magnitud momento de 4.3Mw.



**Figura 4.-** Registro sísmico en velocidad del sismo de Huancabamba en la estación HUA y su espectro de amplitud del desplazamiento del suelo (onda P).  $\Omega$  es la parte plana del espectro y  $f_c$ , la frecuencia esquina.



## **DISCUSION Y CONCLUSIONES**

El sismo del 30 de Junio de 2008 presentó una magnitud moderada (5.3 ML) y su epicentro fue localizado a 7 km al Sur-oeste de la ciudad de Huancabamba. En general, el sismo causó destrucción y alarma en la población de los distritos de Huancabamba y Pozuzo, siendo la mayoría de los daños en viviendas de adobe, quincha y madera existentes en las localidades de Lanturache, Jatunpata, Espiritupata, Torrebamba y Tingo. El sismo fue sensible en un área menor a un radio de 100 km.

Por la ubicación de su epicentro, el sismo de Huancabamba se habría producido debido a la reactivación de un tramo del sistema de fallas Satipo – San Ramón que se encuentran en la zona subandina de la región central del Perú siguiendo una orientación paralela a la Cordillera Andina. El sismo presento una magnitud momento de 5.3Mw con foco ubicado a una profundidad de 9 km. La forma de onda del sismo en la estación de Huancayo (HUA) indicaría que el proceso de ruptura habría tenido un tiempo de duración de 1.8 segundos; es decir, mucho menor que los correspondientes a los grandes sismos con origen en el proceso de subducción. Este sismo fue seguido por un número de 7 réplicas y de las cuales, la ocurrida a las 20h 04min presento la mayor magnitud (4.3Mw) y fue sentido en la zona epicentral con intensidades de III-IV (MM).

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen el apoyo del personal del Servicio de Emergencia Sísmica de la Dirección de Sismología. Al personal de Redes Geofísicas por el esfuerzo de mantener operativa la Red Sísmica Nacional.

## **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.
- Tavera, H. (1998). Mecanismo Focal de Terremotos en el Perú y Sismotectónica. Tesis PhD, Universidad Complutense de Madrid, España.
- Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. *Journal of Seismology*, 5, 519-540.
- Tavera, H., I. Bernal. (2007). El terremoto de Pisco del 15 de Agosto de 2007. Informe Técnico Dirección de Sismología, Instituto Geofísico del Perú.