

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y
MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID**

**INFORME PRELIMINAR DEL SISMO DE PISCO – ICA DEL 20 DE
OCTUBRE DEL 2006**

M I. Fernando Lázares¹, Ing. Rafael Salinas², Dr. Jorge Alva Hurtado³

El viernes 20 de Octubre, la ciudad de Lima fue sacudida por dos sismos que provocaron alarma en la población debido al movimiento moderado que el segundo sismo provocó al terreno y las edificaciones. Estos sismos tuvieron su origen frente a Pisco, departamento de Ica. A continuación se presentan sus características sismológicas, en base a información obtenida del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y del Instituto Geofísico del Perú (IGP). También se presentan los registros de aceleración y los respectivos espectros de respuesta, obtenidos en dos estaciones sísmicas ubicadas en Lima Metropolitana, en el campus del CISMID-UNI y en el distrito de La Molina.

Parámetros sismológicos del sismo

El Centro de Información Nacional de Sismos (**National Earthquake Information Center-NEIC**) del **USGS** presenta a través de su página web (www.neic.usgs.gov) los siguientes datos del sismo mostrados en las Figuras 1 y 2.

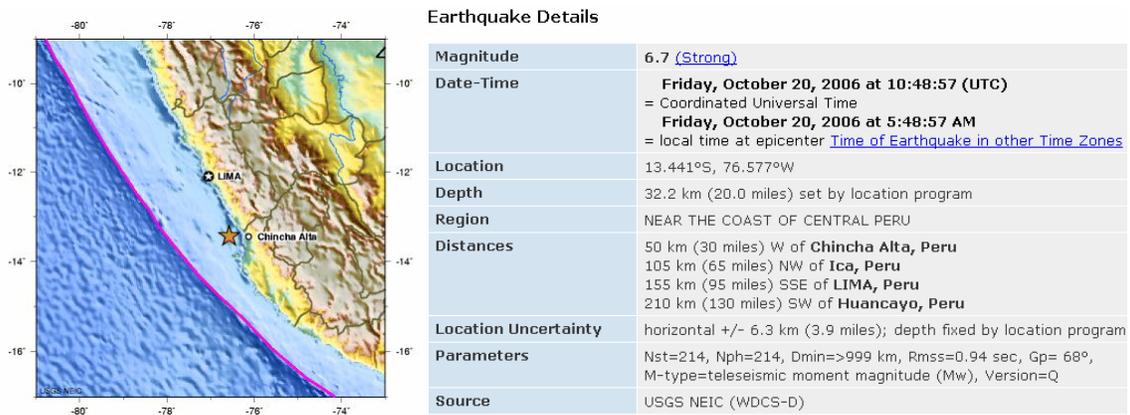


Figura 1: Parámetros sismológicos del sismo (NEIC-USGS)

¹ Docente del Departamento Académico de Estructuras de la FIC – UNI, miembro del CISMID.

² Docente del Departamento Académico de Estructuras de la FIC – UNI, miembro del CISMID.

³ Decano (a.i.) de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, Ex Director del CISMID.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) con los datos obtenidos a través de su Red Sísmica Nacional ha determinado los siguientes parámetros hipocentrales (Tavera et al, 2006):

Tiempo Origen: 10h 48m 52 seg. (Hora Universal)

05h 48m 52 seg. (Hora Local)

Latitud Sur: -13.55°

Longitud Oeste: -77.02°

Profundidad: 43 km

Magnitud: 6.4 Mw

En la Figura 2 se muestra el epicentro del sismo, ubicado a 90 km en dirección Oeste de la localidad de Pisco, con una profundidad de 43 km, lo que indica que el sismo se originó en la zona de contacto de las placas de Nazca y Sudamericana (Tavera et al, 2006).

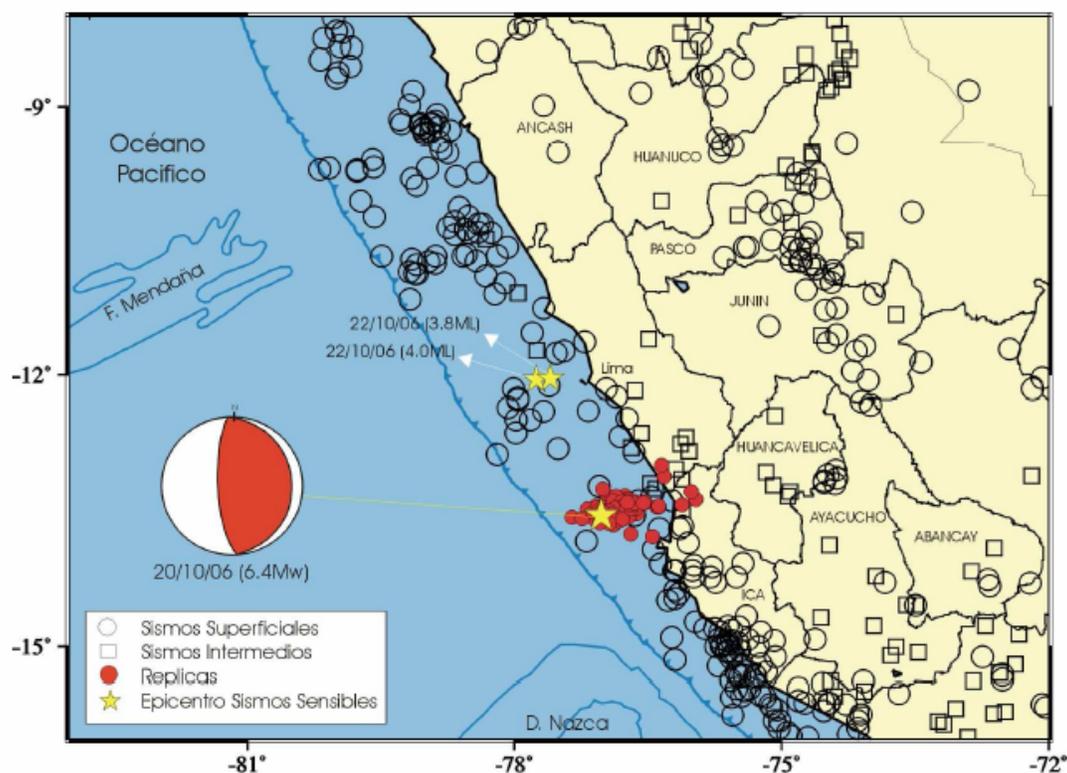


Figura 2. Distribución espacial de la sismicidad superficial e intermedia en la región central de Perú. Ubicación epicentral del sismo del 20 de Octubre de 2006 y distribución de sus réplicas ocurridas durante las primeras 48 horas. La esfera corresponde al mecanismo focal obtenido a partir de la polaridad de la onda P. Las estrellas pequeñas indican la ubicación de los epicentros de los sismos sensibles ocurridos el 22 de Octubre de 2006, los mismos que fueron sentidos en el Callao y Lima Metropolitana (Tavera *et al*, 2006).

El IGP informó que durante las primeras 24 horas se han contabilizado 247 réplicas. Hasta el domingo 22 de octubre se ha llegado a registrar un total de 456 réplicas con magnitudes menores a 3 M_L . En la Figura 2 se observa que las réplicas se distribuyeron alrededor del epicentro formando un área alargada en dirección Este – Oeste con dimensiones de 115 x 50 km^2 y que representaría el área total de ruptura por el sismo (Tavera *et al*, 2006).

Registros de Aceleración y Espectros de Respuesta.

Las estaciones acelerográficas del CISMID-FIC-UNI ubicadas en los distritos del Rimac (CISMID) y La Molina registraron dos sismos. Mientras el segundo sismo corresponde al evento principal, el primero corresponde al que ocurrió 3 minutos antes del evento principal y tuvo una magnitud de 4.5 M_L con epicentro ubicado a 88 km al oeste de Pisco. Como este sismo antecedió minutos antes al evento principal se considera como un sismo precursor.

Las estaciones mencionadas cuentan con acelerógrafos digitales modelo ETNA marca Kinemetrics, con intervalo de muestreo de 200 muestras de aceleración por segundo y registran movimientos hasta los 100 hz. La Figura 3 muestra la estación CISMID y el acelerógrafo instalado.



Figura 3. Estación Acelerográfica del CISMID y acelerógrafo instalado.

Las Figuras 4 y 5 presentan los acelerogramas registrados debidos al sismo precursor en las dos estaciones, indicando las aceleraciones máximas en cada componente. En las Figuras 6 y 7 se muestran los acelerogramas del sismo principal y sus respectivos espectros de respuesta.

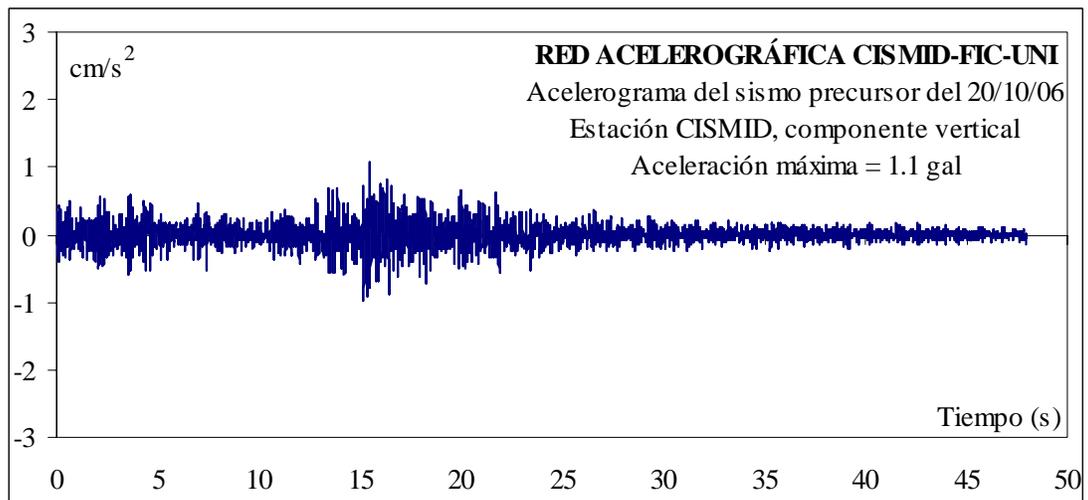
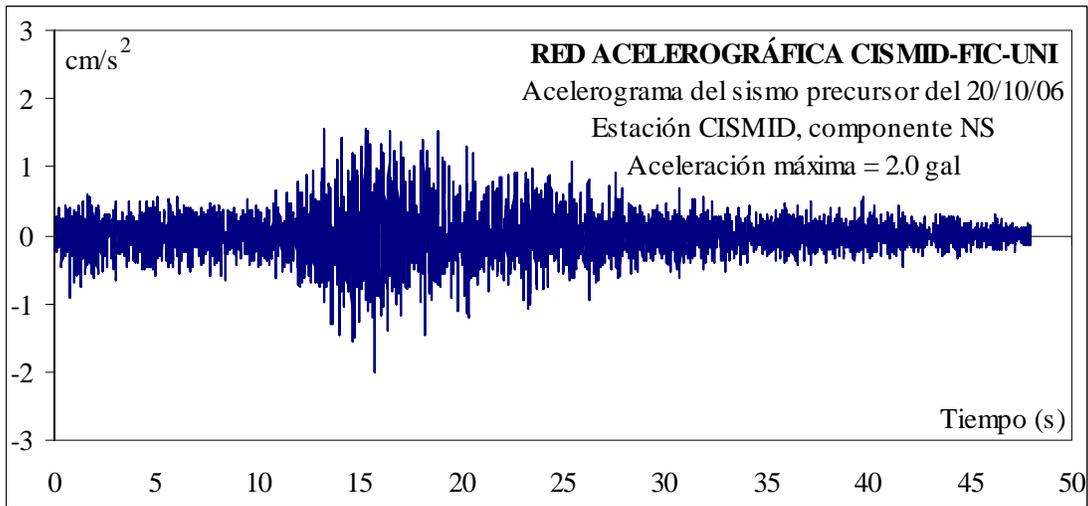
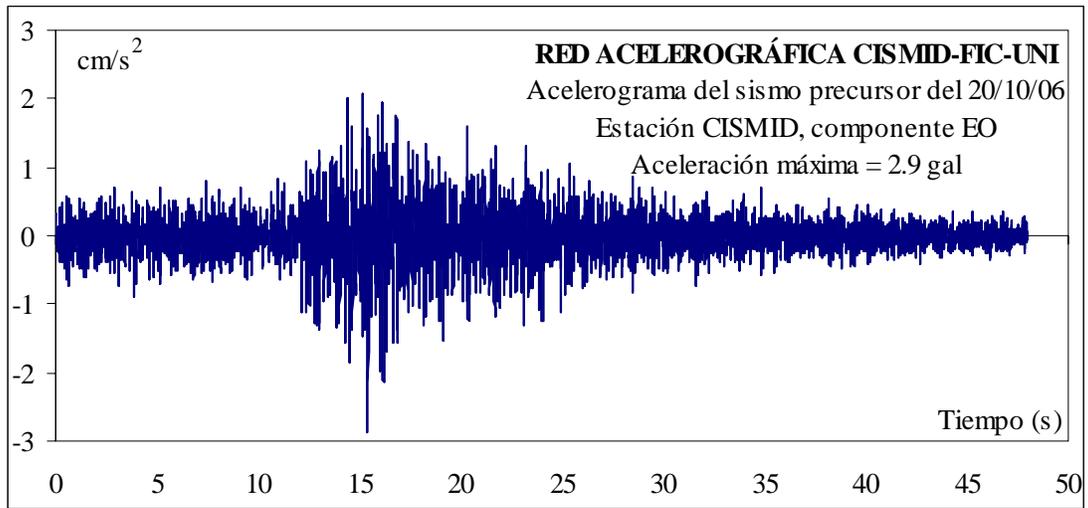


Figura 4: Acelerogramas obtenidos en la estación CISMID. Sismo precursor.

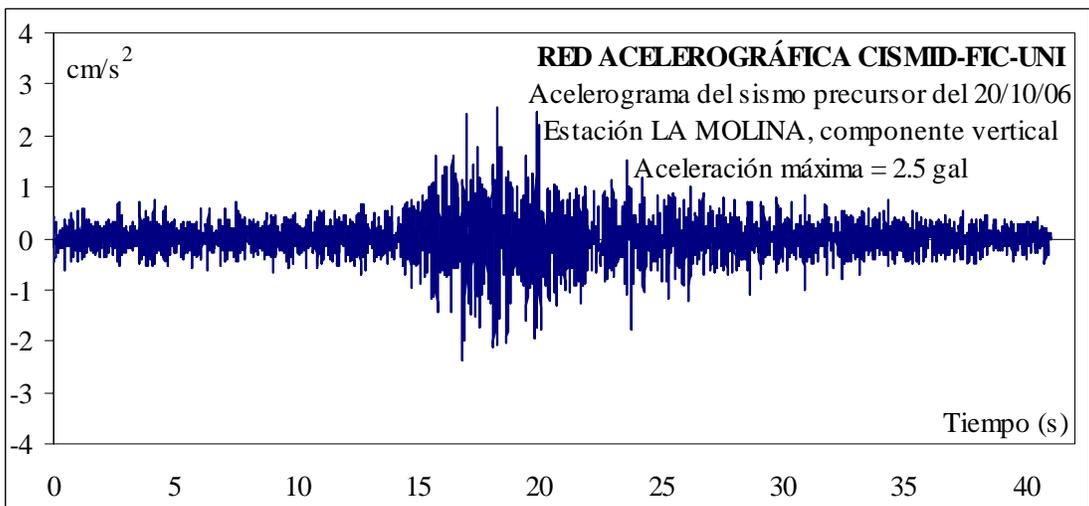
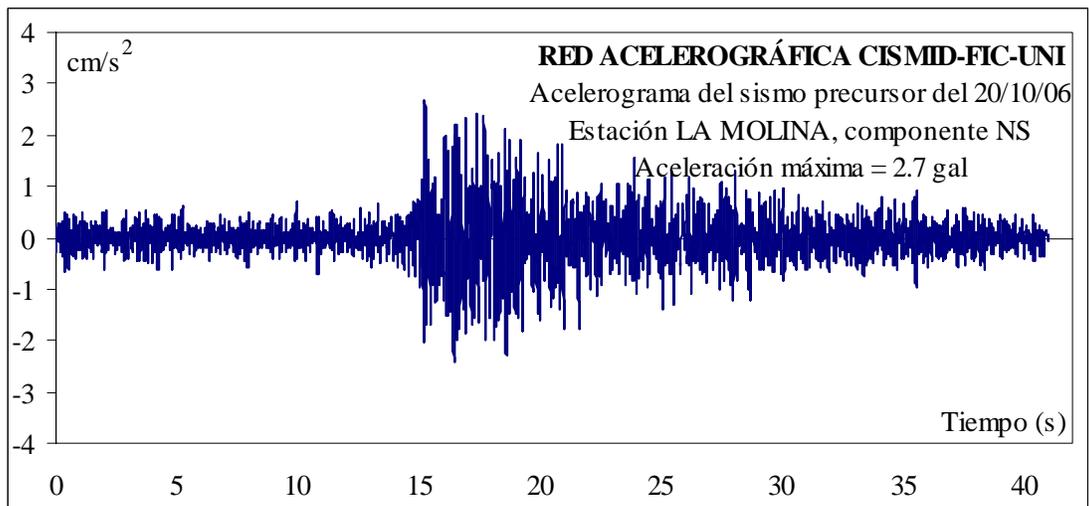
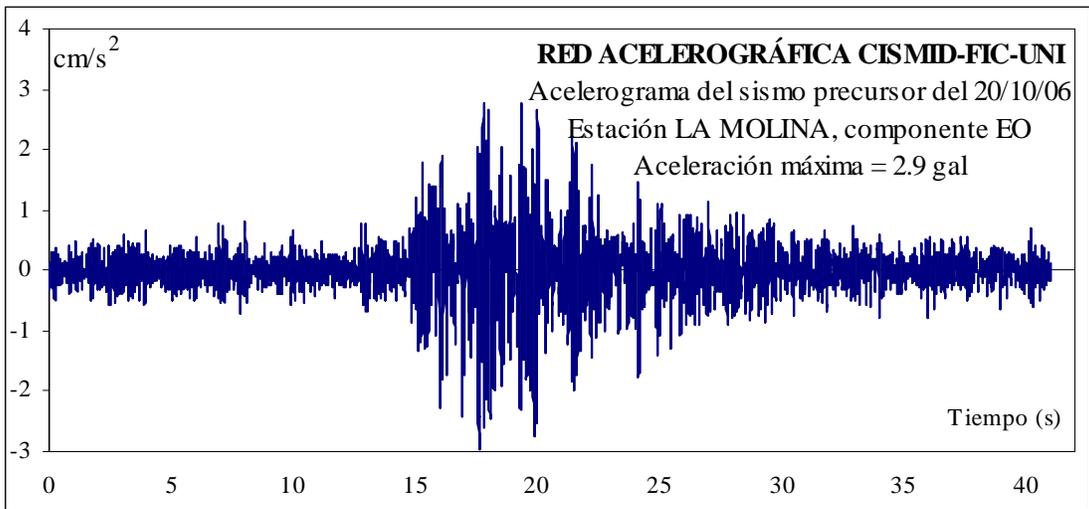


Figura 5: Acelerogramas obtenidos en la estación La Molina. Sismo precursor.

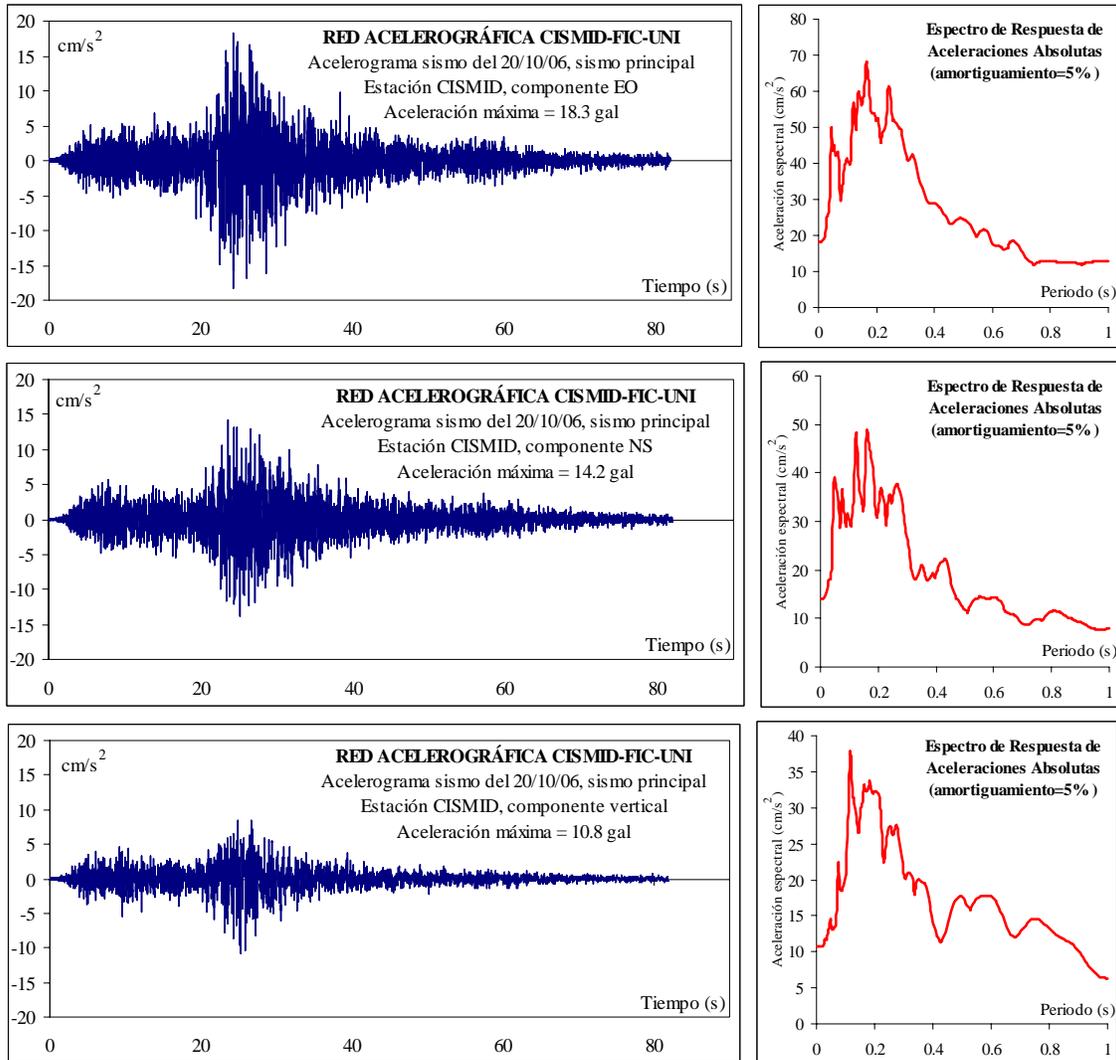


Figura 6: Acelerogramas y espectros de respuesta, estación CISMID. Sismo principal

Observando las Figuras 6 y 7, se puede apreciar que las mayores aceleraciones, tanto del terreno como en las estructuras, se presentaron en el distrito de La Molina. Para La Molina se tiene para un periodo de $T = 0.15$ s. una aceleración espectral de 142.3 cm/s^2 en la dirección NS y para un periodo de $T = 0.12$ s. una aceleración espectral de 100.8 cm/s^2 . Estas amplificaciones del movimiento en el distrito de La Molina se deben al suelo arenoso que predomina en este distrito, en comparación con la grava poco profunda existente en la estación CISMID.

Para tener una mejor idea, en la Figura 8 se presenta la variación de la amplificación espectral en La Molina con relación al Rimac (estación CISMID) en función del periodo.

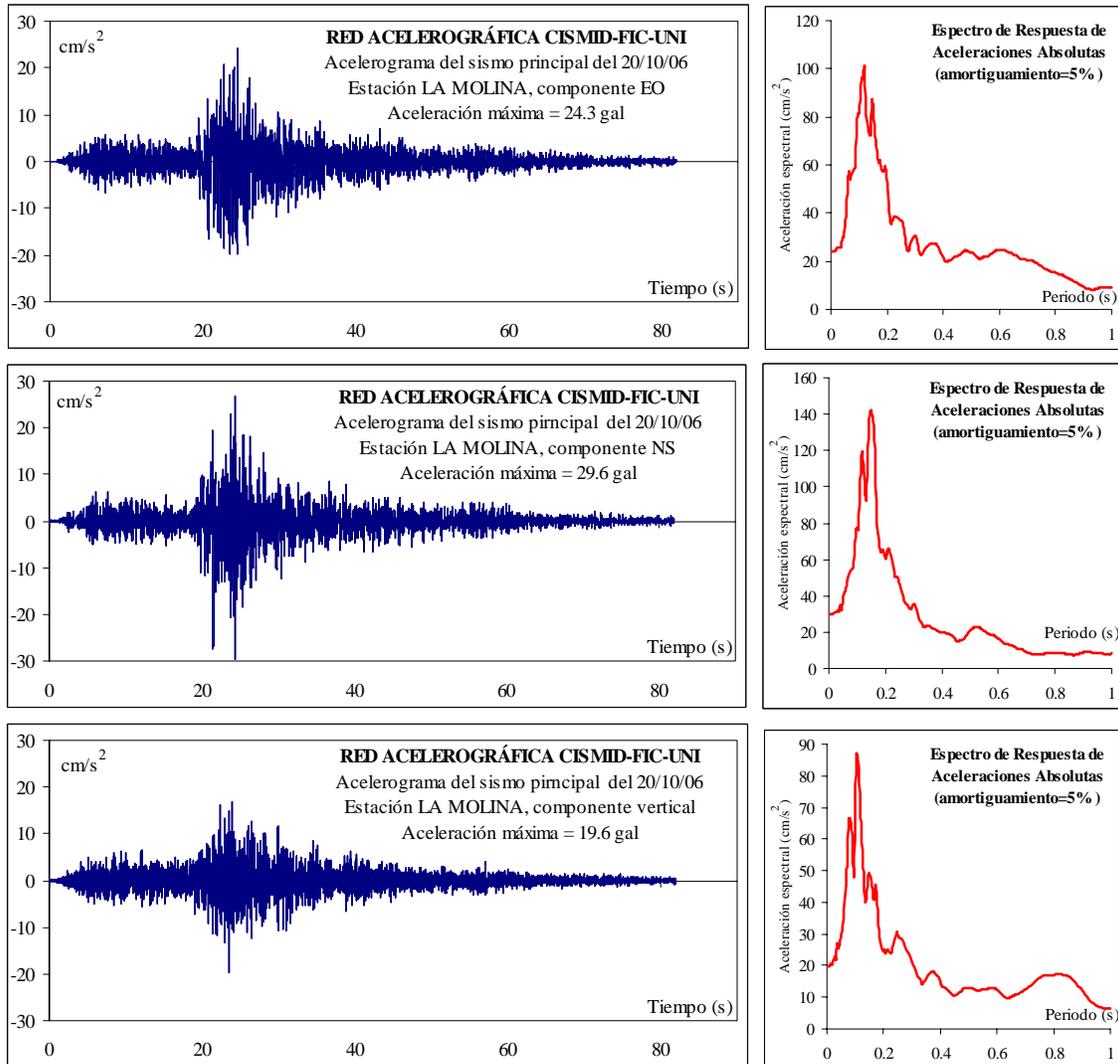


Figura 7: Acelerogramas y espectros de respuesta, estación La Molina. Sismo principal.

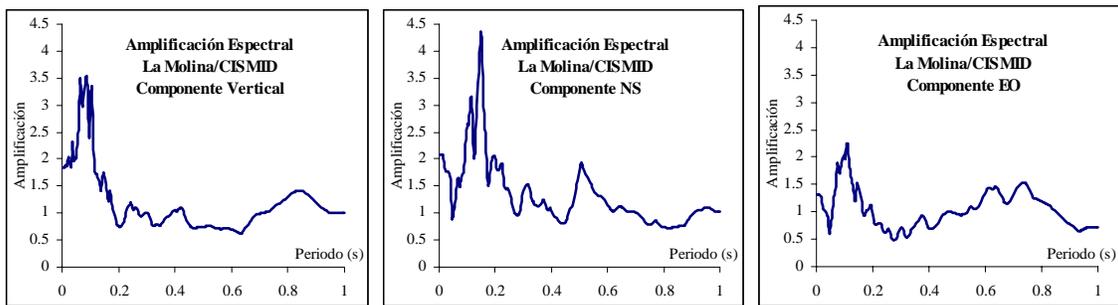


Figura 8: Amplificación espectral La Molina/CISMID. Sismo principal

La Figura 8 indica que la mayor amplificación relativa se presentó en la dirección NS con un valor de 4.4 veces para un periodo de $T = 0.15$ s. Es interesante anotar que en la dirección vertical se alcanzaron mayores amplificaciones relativas espectrales en comparación con las presentadas en la dirección EO.

Daños en edificaciones

El sismo principal no ocasionó daños estructurales en las edificaciones de Lima Metropolitana, salvo un Templo Evangélico ubicado en el distrito de Villa El Salvador que colapsó y dos viviendas seriamente afectadas en el distrito de Imperial, Cañete, región Lima, de acuerdo a reportes iniciales del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Una vivienda antigua de adobe del centro de la capital colapsó, aunque no inmediatamente después del sismo. En localidades ubicadas cerca al epicentro se indica que se han presentado daños no estructurales en algunas edificaciones.

El Templo Evangélico que colapsó se encuentra ubicado entre las avenidas Pastor Sevilla y José Olaya, distrito de Villa El Salvador. Según la Oficina de Defensa Civil de Villa El Salvador, el techo de esta estructura estaba constituido por una estructura metálica cubierta con planchas de eternit y sus paredes estaban construidas con planchas de tecnopor revestidas con concreto y malla metálica (El Comercio). La Figura 9 muestra el estado de la iglesia inmediatamente después del sismo. Aunque se desconocen los detalles de la estructura del techo colapsado, las vistas obtenidas en los medios de prensa y directamente permiten indicar que un eje de apoyos de la estructura de techo se apoyaba en un muro de albañilería de 5m de altura y en un pórtico o muro que colapsó por el sismo. La pérdida del contacto en los apoyos interiores provocó el colapso de los tijerales del techo. Los movimientos del terreno pueden haber sido amplificadas por las condiciones del suelo arenoso suelto que caracteriza la zona. La Figura 10 muestra el estado del local tres días después del sismo, en pleno trabajo de demolición y reconstrucción. La figura 11 presenta la vivienda de adobe que colapsó.



Figura 9. Muros y techo de iglesia colapsada, Villa El Salvador. (Fotos: El Comercio, Perú 21)



Figura 10. Iglesia colapsada en Villa El Salvador 3 días después del sismo. Izquierda: Muro de fachada demolido. Derecha: detalle de apoyo de tijeral en muro exterior.



Figura 11. Vivienda antigua de adobe colapsada, Cercado de Lima. (Foto: La República)

Conclusiones

El sismo ha dejado en evidencia en forma cuantitativa la susceptibilidad de los suelos blandos, como el caso del distrito de La Molina, a inducir amplificaciones significativas a las estructuras. Es necesario estudiar con mayor detalle los pocos daños observados en la ciudad de Lima y en Ica y relacionarlos con el comportamiento dinámico del suelo. Un informe más detallado será presentado más adelante.

Referencias:

- Hernando Tavera, Isabel Bernal, Rocío Parillo, Cesar Jiménez, José Millones. “El Sismo del 20 de Octubre de 2006 (6.4Mw) Región Central del Perú”. Informe de la Dirección de Sismología – CNDG, Instituto Geofísico del Perú. Octubre del 2006
- United State Geological Survey – NEIC, pagina web: www.neic.usgs.gov
- Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI, pagina web: www.indeci.gob.pe
- Diarios El Comercio, Perú 21, La República.