



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



SISMO DE SULLANA DEL 30 DE JULIO 2021 (M6.1) -ASPECTOS SISMOTECTÓNICOS-

Informe Técnico N°019-2021/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Julio, 2021

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Sismo de Sullana del 30 de julio 2021 (M6.1) – Aspectos Sismotectónicos

Autores

Hernando Tavera
Estela Centeno
Cristian Mamani

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
Teléfono: 51-1-3172300

SISMO DE SULLANA DEL 30 DE JULIO 2021 (M6.1)

ASPECTOS SISMOTECTÓNICOS

Lima – Perú
Julio, 2021

RESUMEN

El 30 de julio 2021 (12 horas 10 m; hora local), ocurre un sismo de magnitud M6.1 con epicentro a 12 km al oeste de la ciudad de Sullana (Piura), siendo el sacudimiento del suelo percibido en un radio de 250 km. Las máximas intensidades evaluadas en la escala de Mercalli Modificada, fueron de VII en las áreas urbanas de las ciudades de Piura, Sullana, Chulucanas, Paita y Colan. El sismo ocurrió a una profundidad de 32 km y podría estar asociado a una posible reactivación temporal de la falla Lancones ubicada en dirección norte a pocos kilómetros de la ciudad de Sullana, aunque a la fecha no se ha logrado identificar en superficie evidencias de dicha reactivación.

Los valores de aceleración registrados en el área urbana de Piura fueron de 137-134 cm/seg² en la componente este-oeste y de 115-158 cm/seg² en la componente norte-sur. Estos valores de aceleración para el sacudimiento del suelo explicarían los importantes daños estructurales y efectos secundarios observados en superficie en el área epicentral.

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- SISMO DE SULLANA DEL 30 DE JULIO, 2021

2.1.- Parámetros hipocentrales

2.2.- Intensidades

2.3.- Réplicas

2.4.- La falla Lancones y el sismo de Sullana

3.- ACELERACIONES EN LA CIUDAD DE PIURA

4.- PRINCIPALES DAÑOS Y EFECTOS

4.1.- Daños en viviendas

4.2.- Afloramientos de agua y licuación de suelos

4.3.- Deslizamientos

4.4.- Fisuras en suelos

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCIÓN

El proceso de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana se desarrolla en el borde occidental de América de Sur y en el caso del Perú, se realiza a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Este proceso es responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano y de la ocurrencia de sismos de diversas magnitudes, y focos ubicados a diferentes niveles de profundidad. En Perú, la distribución espacial de los sismos permite identificar la presencia de tres fuentes sismogénicas cuyas características han sido ampliamente descritas por Tavera y Bufo (2001) y Bernal y Tavera (2002), ver Figura 1:

- Fuente 1: Sismos generados por la fricción de placas (oceánica y continental) dentro del proceso conocido como subducción.
- Fuente 2: Sismos generados por la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y
- Fuente 3: Sismos generados por la deformación cortical a niveles superficiales con la formación o reactivación temporal de fallas tectónicas.

En general, los sismos con magnitudes mayores a M7.0, son menos frecuentes y cuando ocurren cerca de la superficie, debido a la fricción de placas, producen importantes niveles de sacudimiento del suelo en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 (M8.2) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 (M8.0).

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen importantes niveles de sacudimiento del suelo en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de Mayo de 1990 y 5 de Abril de 1991, ambos con magnitudes de M6.0.

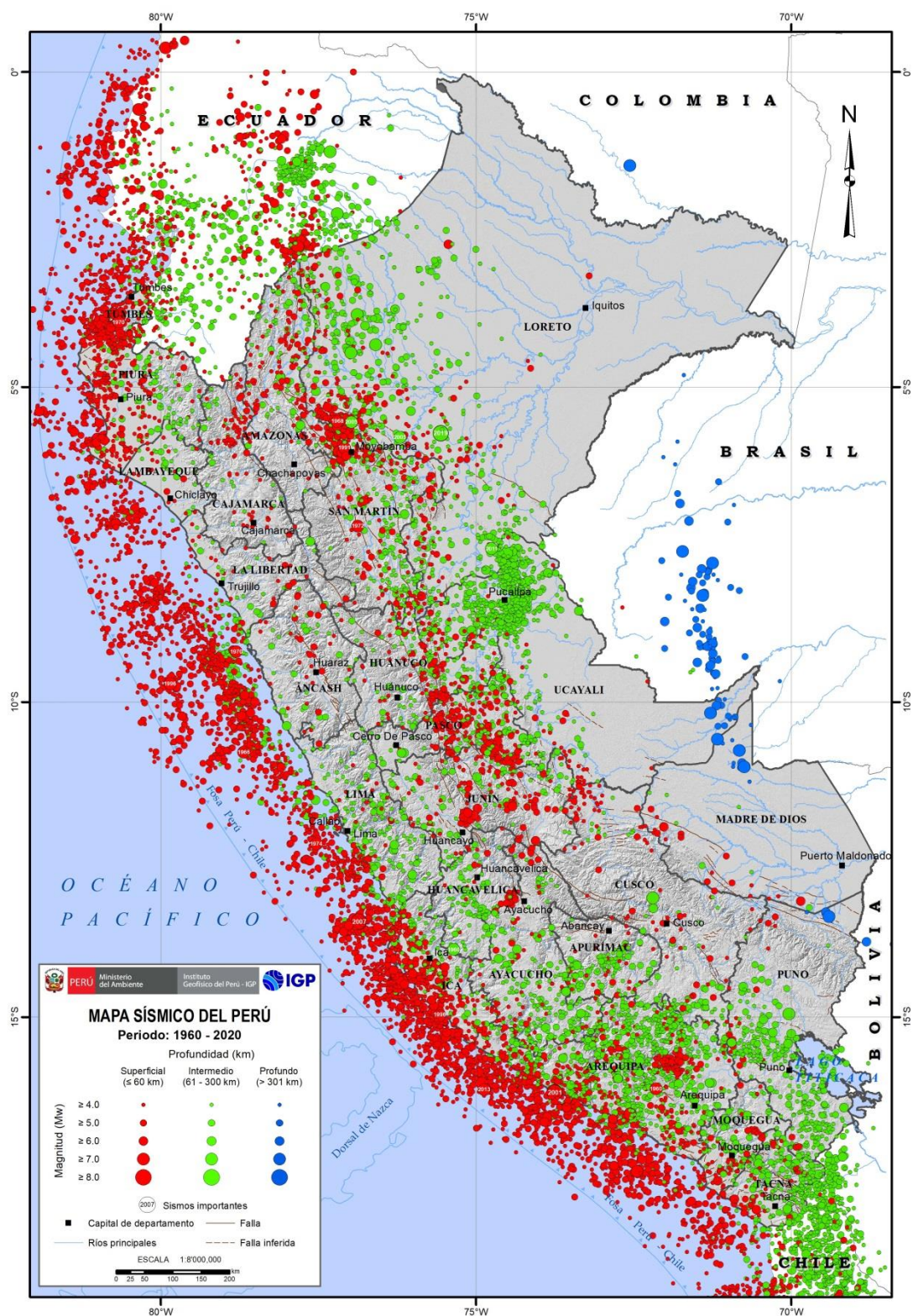


Figura 1.- Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2020. La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos con número inscrito en su interior indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos.

Los sismos con foco intermedio, también son poco frecuentes y cuando ocurren pueden generar altos niveles de sacudimiento del suelo, así como un gran radio de percepción y algunas veces daños leves en viviendas y procesos de licuación de suelos y/o deslizamientos de tierra y piedras inestables en zonas de gran pendiente. A niveles más profundos, los sacudimientos del suelo producidos por sismos pocas veces son percibidos en razón que la energía emitida se atenúa rápidamente antes de llegar a la superficie.

En el borde occidental de la región Piura, el día 30 de julio del 2021 ocurre un sismo de magnitud moderada (M6.1) y epicentro ubicado a 12 km oeste de la localidad de Sullana (región Piura). El sismo ocurrió a una profundidad de 32 km (foco superficial) y en general, el sacudimiento del suelo fue percibido por la población hasta distancias, desde el epicentro, del orden de 250 km, siendo mayor la intensidad de sacudimiento del suelo en las ciudades y localidades de Piura, Sullana, Paita, Chulucanas y Colan con valores de VII (MM). En este informe se describen los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, los niveles de sacudimiento del suelo en la ciudad de Piura y los principales daños y efectos producidos por el sismo.

2.- SISMO DE SULLANA DEL 30 DE JULIO, 2021

En el borde occidental de la región Piura, el día 30 de julio del 2021 ocurre un sismo de magnitud moderada (M6.1) que produjo importantes niveles de sacudimiento del suelo en las ciudades y localidades de Piura y localidades de Sullana, Paita, Chulucanas y Colan. El análisis de los parámetros hipocentrales del sismo y la evaluación de los niveles de sacudimiento del suelo permitirán comprender los niveles de riesgo de las áreas urbanas ante la frecuente ocurrencia de sismos.

2.1.- Parámetros hipocentrales

Los parámetros hipocentrales del sismo de Sullana del 30 de julio del 2021 fueron reportados por el Centro Sismológico Nacional a cargo del Instituto Geofísico del Perú (Figura 2):

Tiempo Origen:	17h 10 min del día 30 de julio, 2021 (Hora Universal) 12h 10 min del día 30 de julio, 2021 (Hora Local)
Latitud Sur:	-04.89°
Longitud Oeste:	-80.80°
Profundidad:	32 km
Magnitud:	M6.1
Epicentro:	A 12 km al oeste de la localidad de Sullana - Piura
Int. Máxima:	VII (MM) en Piura, Sullana, Chulucanas, Paita y Colan.

En la Figura 2 se presenta la ubicación del epicentro del sismo del 30 de julio 2021, junto a los epicentros correspondientes a los sismos ocurridos en la región norte del Perú entre los años 1960 al 2021 (>M4.5). De acuerdo a la ubicación del epicentro, el sismo ocurrió en continente entre las ciudades de Piura y Sullana a una profundidad de 32 km (estrella).

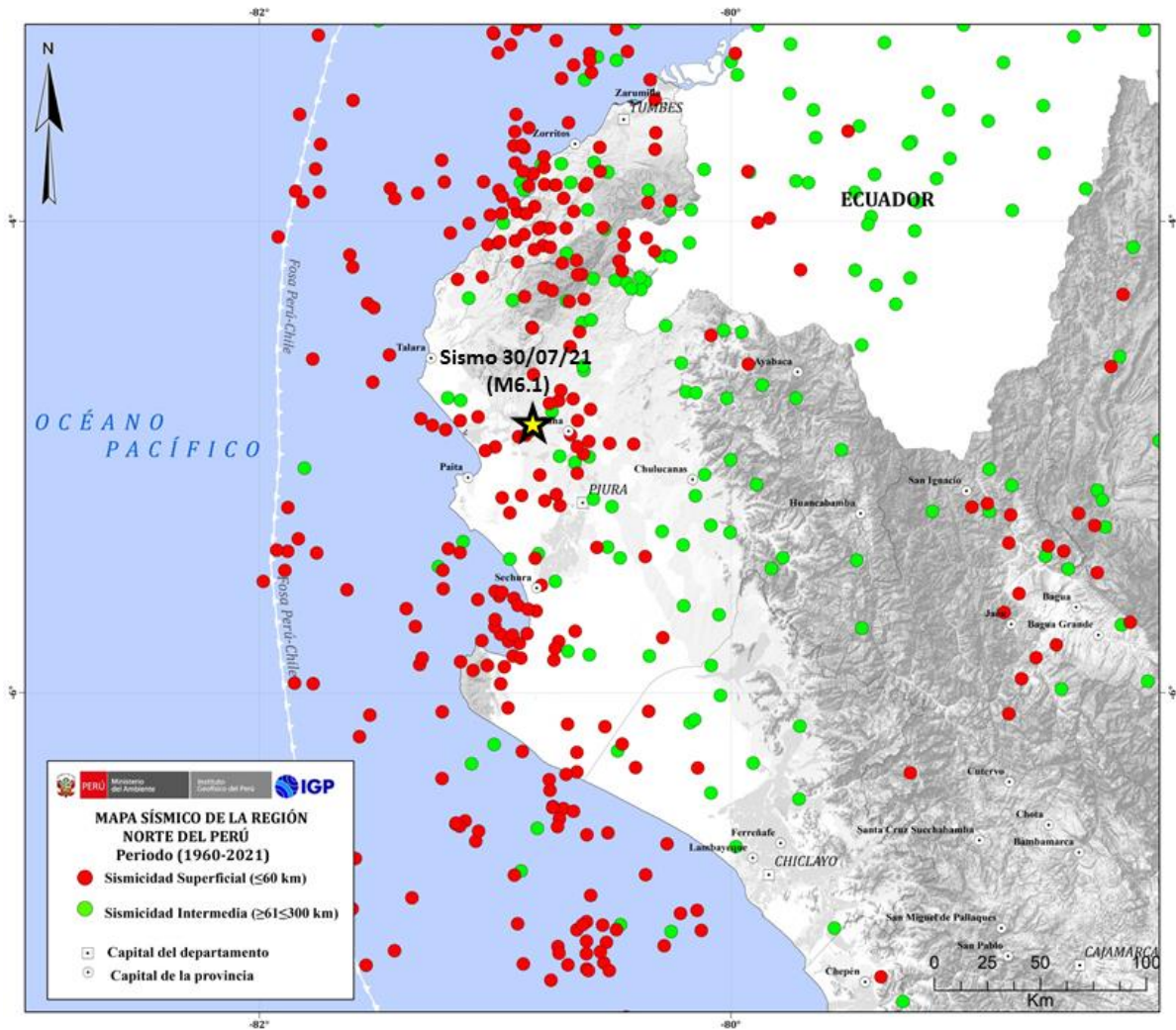


Figura 2.- Distribución espacial de la sismicidad en el borde occidental de la región norte del Perú. La profundidad de los sismos es indicado con el color de los símbolos. La estrella grande indica la ubicación del sismo de Sullana del 30 de julio del 2021

2.2.- Intensidades

Después de ocurrido el sismo de Sullana, se realizó la evaluación del radio de percepción del sacudimiento del suelo y los posibles daños y efectos que el sismo podría haber producido en el entorno de su epicentro. Las evaluaciones fueron realizadas por el personal del Centro Sismológico Nacional (CENSIS) a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP), mediante encuestas vía línea telefónica a dos o tres personas de cada área urbana y la información obtenida fue interpretada con la escala de Mercalli Modificada (Figura 4):

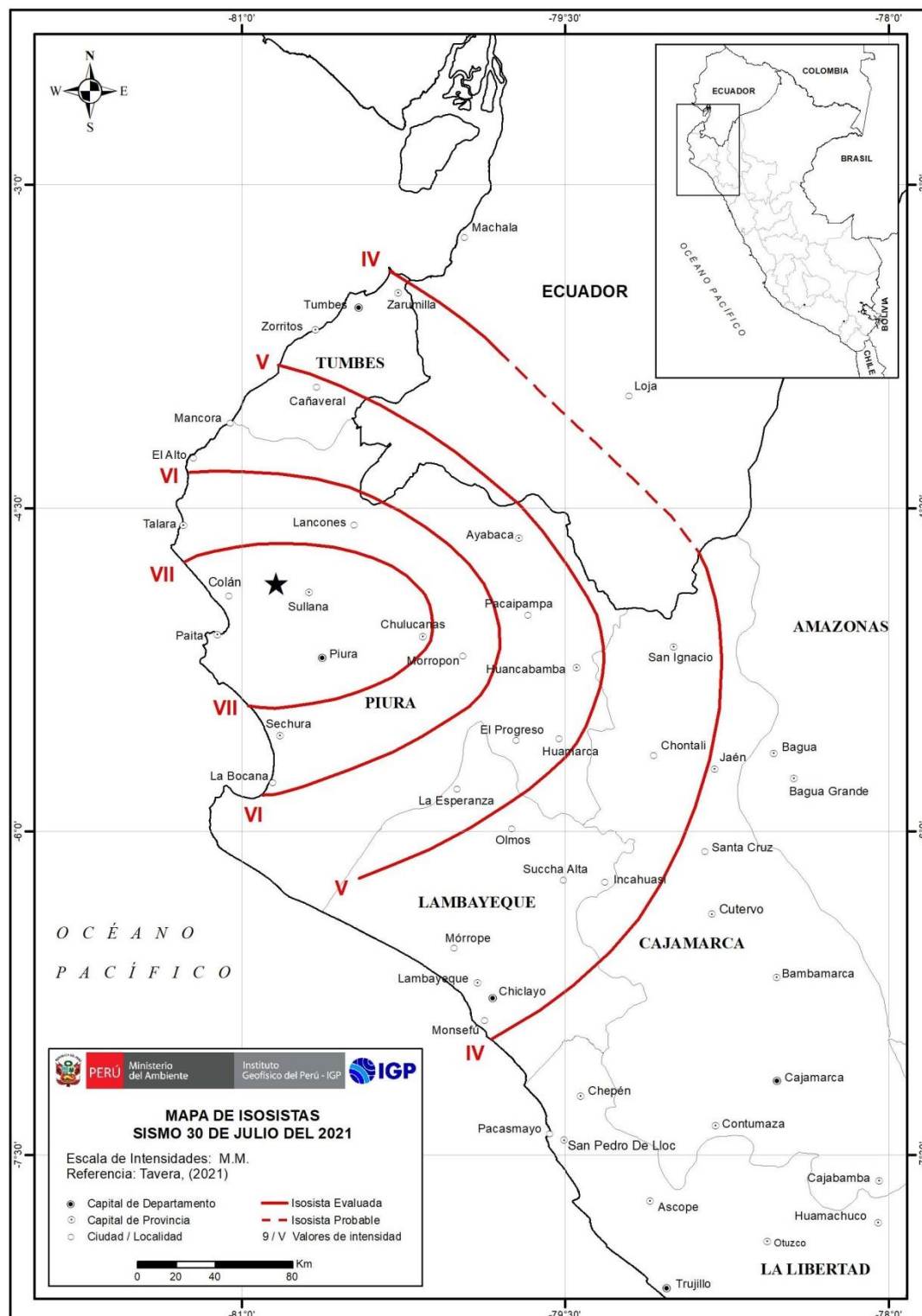


Figura 4.- Mapa de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo de Sullana del 30 de julio 2021 (M6.1)

Piura, Sullana, Paita, Chulucanas y Colan (Intensidad VII-MM): El sacudimiento del suelo fue intenso y causó pánico en toda la población que salieron a las calles. Se produjo fuerte vibración de ventanas y puertas con la rotura de vidrios y caída de objetos en centros comerciales. Colapso parcial de viviendas de adobe y daños en viviendas de ladrillo con grietas en paredes y techos, así como el colapso de muros. En iglesias se produjo el desprendimiento de cornisas y molduras ornamentales. Caída de postes de energía eléctrica, rotura de tuberías de agua y desagüe, desarrollo de procesos de licuación de suelos con el afloramiento de agua del subsuelo y formación de grietas en suelos arenosos no consolidados. Gran número de personas con heridas debido al colapso parcial de paredes y techos.

Sechura, Talara, Lancones y Morropon (Intensidad VI-MM): El movimiento del suelo fue fuerte y percibido por toda la población que salieron a la calle. Se produjo fuerte vibración de ventanas, puertas y daños en viviendas de adobe. Caída de objetos en centros comerciales y formación de fisuras en suelos arenosos poco compactos.

Mancora, Ayabaca y Huancabamba (Intensidad V-MM): El movimiento intenso del suelo fue percibido por toda la población. Fuerte vibración de ventanas y puertas. La mayoría de población salió a las calles.

Tumbes, Zorritos, Zarumilla, San Ignacio, Lambayeque y Chiclayo (Intensidad IV-MM): El movimiento intenso y corto del suelo, siendo percibido por las personas que salieron a la calle.

El sismo de Sullana fue perceptible con una intensidad de IV (MM) en un radio de 250 km desde el epicentro; es decir, desde la localidad de Zarumilla por el norte, Chiclayo por el sur y San Ignacio por el este, generando diferentes niveles de sacudimiento del suelo y reacciones de la población.

2.3-. Réplicas

Según la Figura 2, el sismo de Sullana fue seguido, en las primeras 72 horas, por un total de 35 réplicas con magnitudes menores a M4.3, y de ellas solo 12 produjeron niveles de sacudimiento del suelo perceptibles para la población de las ciudades de Piura y Sullana. En la Figura 5 se observa el registro del sismo de Sullana y de su serie de réplicas registradas en la estación sísmica Huanca Alto, ubicada en la provincia de Ayabaca, región Piura. Debido a la cercanía de la estación al epicentro del sismo, su registro se encuentra completamente saturado.

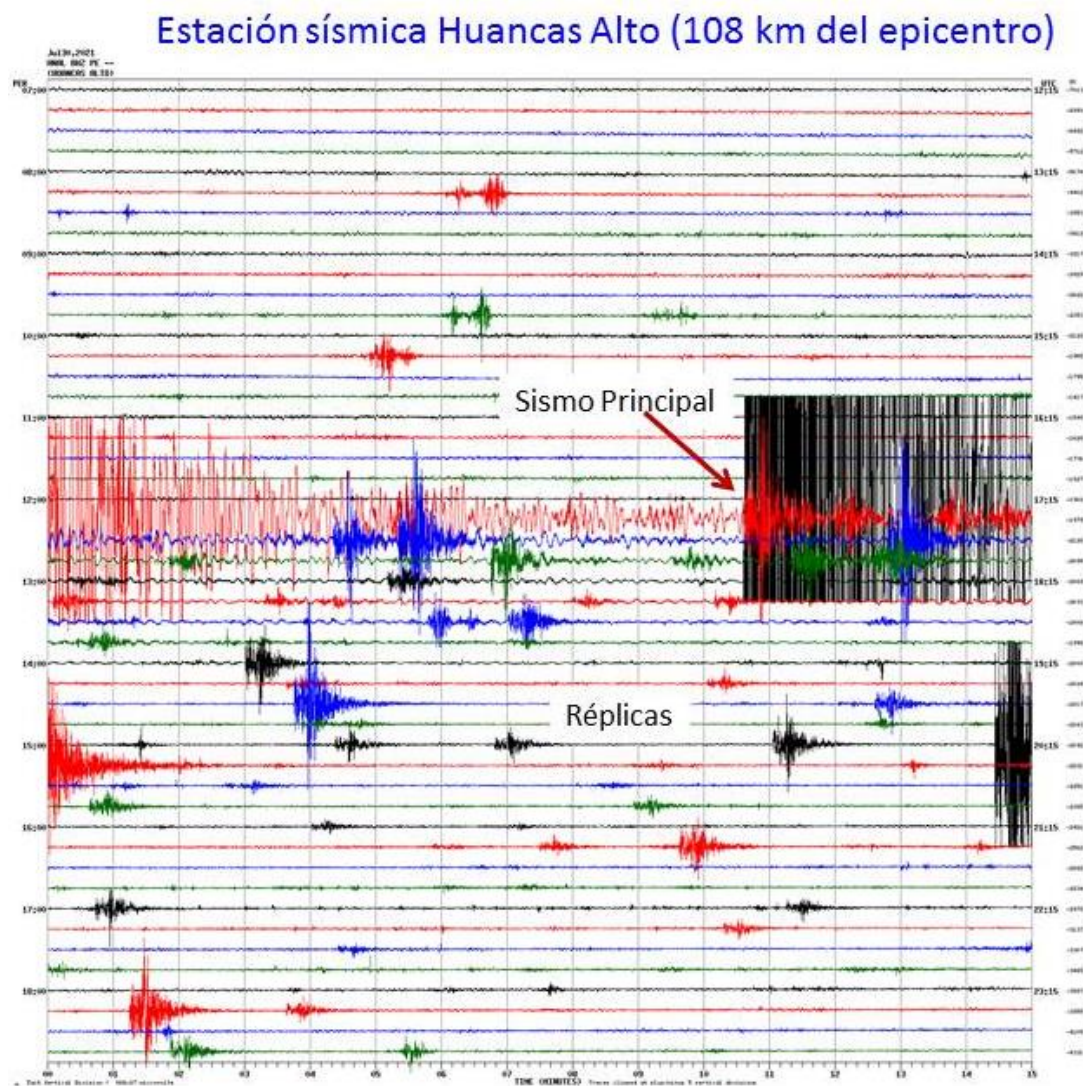


Figura 5.- Sismograma de la estación Huancas Alto ubicada a una distancia de 108 km del epicentro del sismo de Sullana. Se muestra el registro del sismo principal y de la serie de réplicas ocurridas en las primeras 7 horas después de ocurrido el evento principal.

En la Figura 6 se muestra la ubicación del epicentro del sismo de Sullana y la distribución espacial del total de réplicas registradas 72 horas después de ocurrido el sismo. Las réplicas se distribuyen en dirección SE con respecto al epicentro del sismo principal sugiriendo una longitud de ruptura del orden de 25 km.

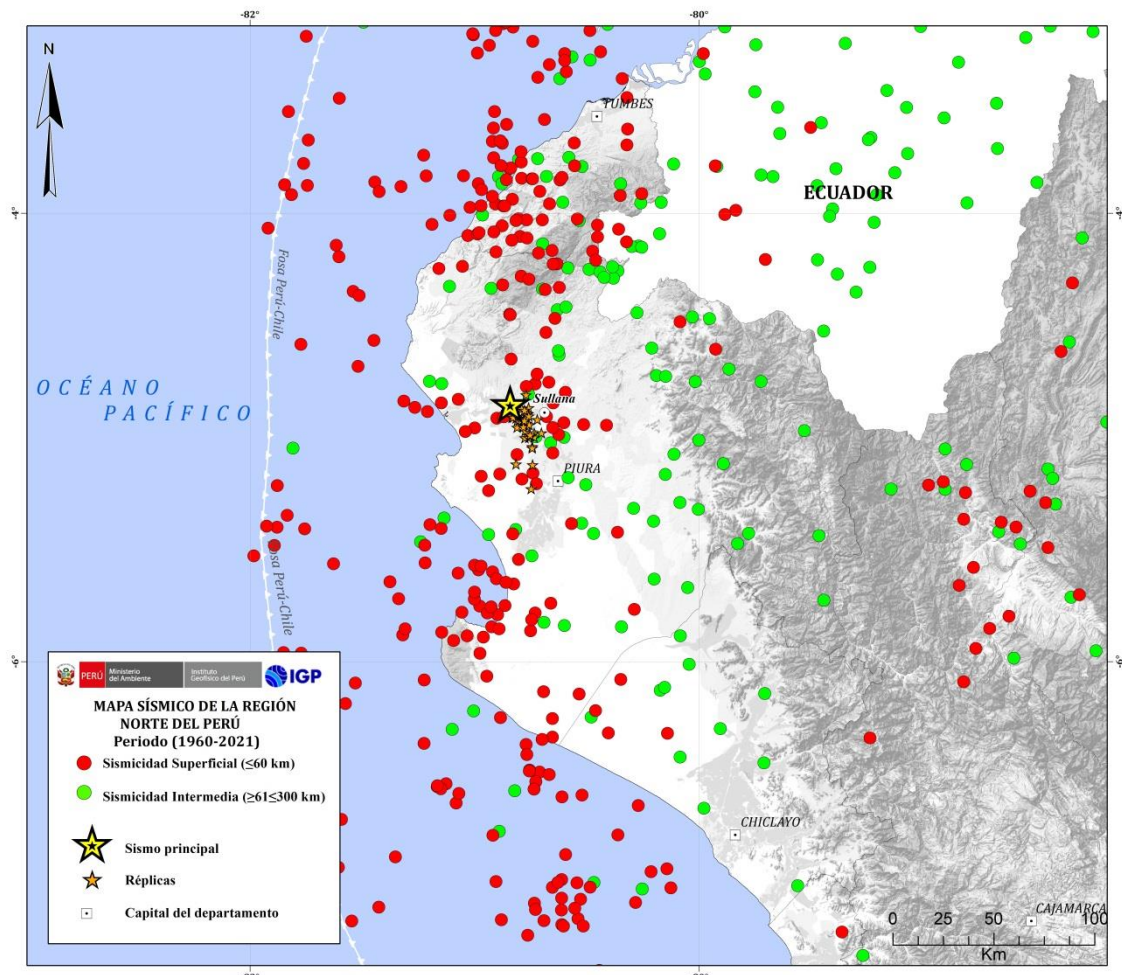


Figura 6.- Epicentro del sismo de Sullana y distribución espacial del total de réplicas registradas durante las primeras 72 horas después de ocurrido el sismo principal.

2.3.- La falla Lancones y el sismo de Sullana

De acuerdo a la Figura 7, en la región Piura se distingue claramente la presencia de un gran número de fallas tectónicas que se habrían formado con la ocurrencia de sismos de variada magnitud. De estas fallas, las más importantes parecen las siguientes (Bellido et al, 2009):

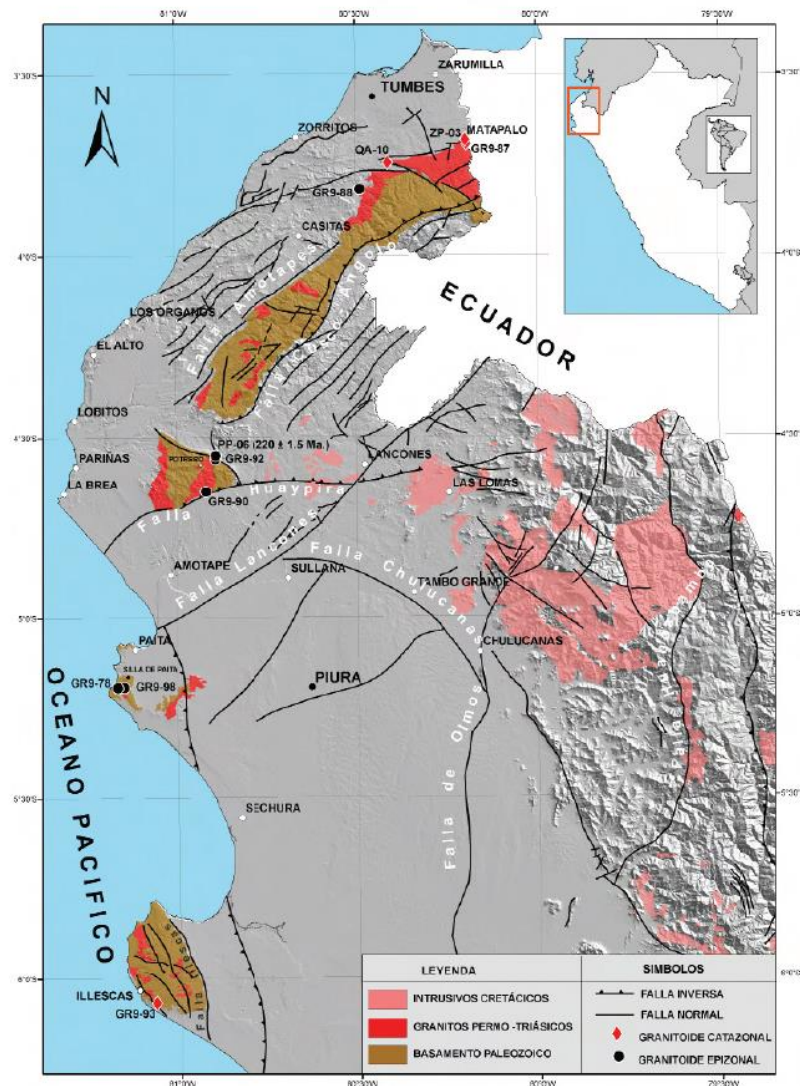


Figura 7.- Mapa geológico de las regiones Tumbes y Piura (Bellido et al, 2009). Distribución espacial de las principales trazas de fallas identificadas en ambas regiones.

- Falla Huaypira, ubicada a 35 km aproximadamente al norte de la ciudad de Sullana. Presenta una longitud del orden de 60 km y se orienta en dirección este-oeste. Posiblemente sea una falla de tipo inverso.
- Falla Lancones, ubicada al norte de la ciudad de Sullana con una orientación NE-SO y longitud de 130 km aproximadamente. Posiblemente sea una falla de tipo normal.
- Falla Chulucanas, ubicada a 40 km al nor-este de la ciudad de Piura con una orientación NO-SE y longitud de 70 km. Posiblemente corresponda a una falla de tipo normal.

- Falla de Olmos, ubicada a 50 km en dirección este de la ciudad de Piura con una orientación N-S y longitud de aproximadamente 130 km. Posiblemente corresponda a una falla de tipo normal.

En la Figura 8 se muestra el mapa de fallas de la región Piura y de acuerdo a la distribución espacial del sismo y de su serie de réplicas, es posible que este asociado a la reactivación temporal de la falla Lancones, aunque a la fecha no se ha identificado en superficie la existencia de evidencias que confirmen la reactivación de dicha falla. Por lo tanto, en los próximos días se realizarían estudios más detallados y se continuara con los trabajos de campo para el levantamiento de información que permita confirmar la hipótesis inicial.

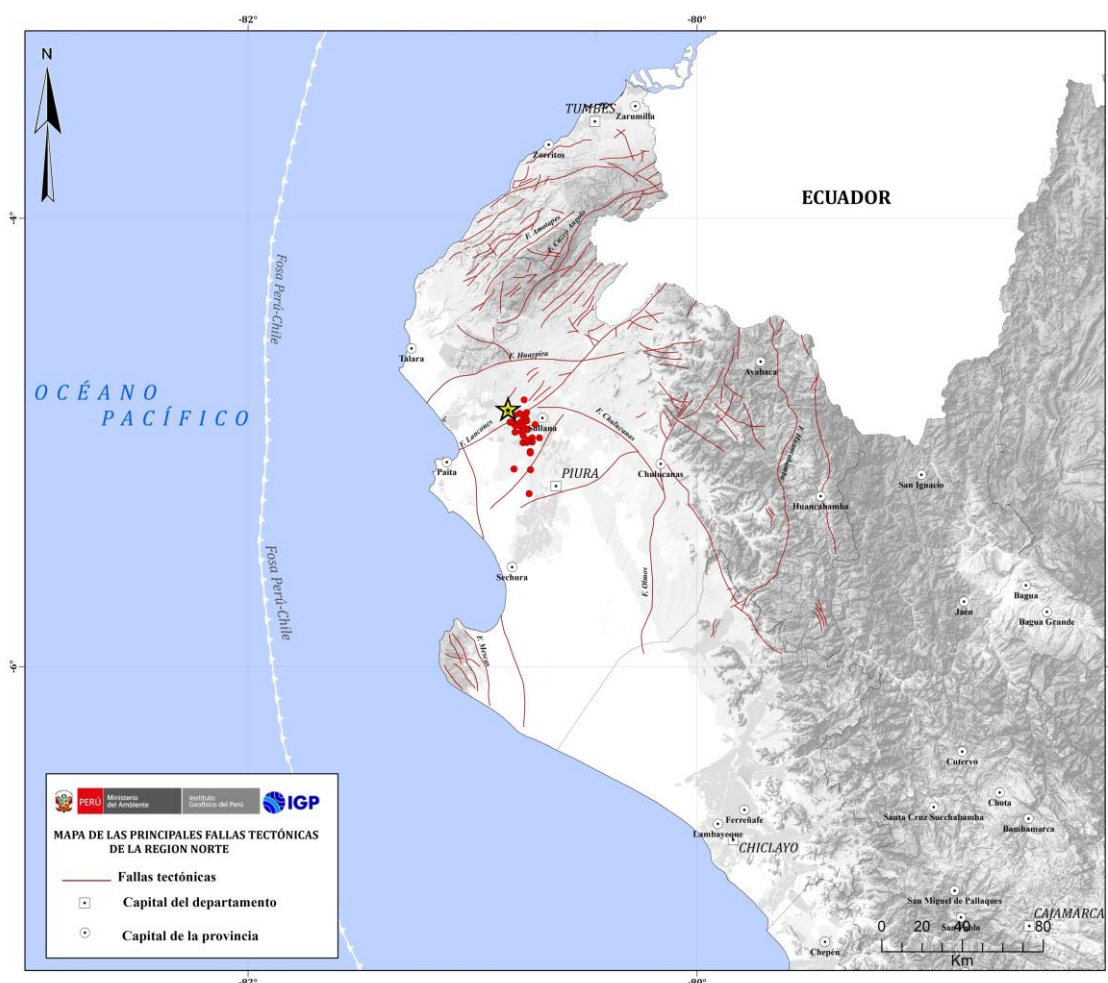


Figura 8.- Mapa de fallas en la región Piura y distribución espacial del epicentro y réplicas del sismo de Sullana del 30 de julio 2021 (M6.1).

3.- ACELERACIONES EN LA CIUDAD DE PIURA

El sismo de Sullana del 30 de julio 2021 (M6.1), fue registrado por un número importante de estaciones acelerométricas distribuidas en la región norte del Perú y de ellas, dos se encuentran ubicadas en la ciudad de Piura. Estas estaciones son operadas por SENCICO y el IGP, siendo las aceleraciones registradas en sus componentes horizontales de (Figura 9):

- Estación SENCICO ubicada en el local de SENCICO: 154 cm/seg² (componente norte-sur) y 159 cm/seg² (componente este-oeste)
- Estación UDEP ubicada en el interior de la Universidad de Piura: 115 cm/seg² (componente norte-sur) y 130 cm/seg² (componente este-oeste)

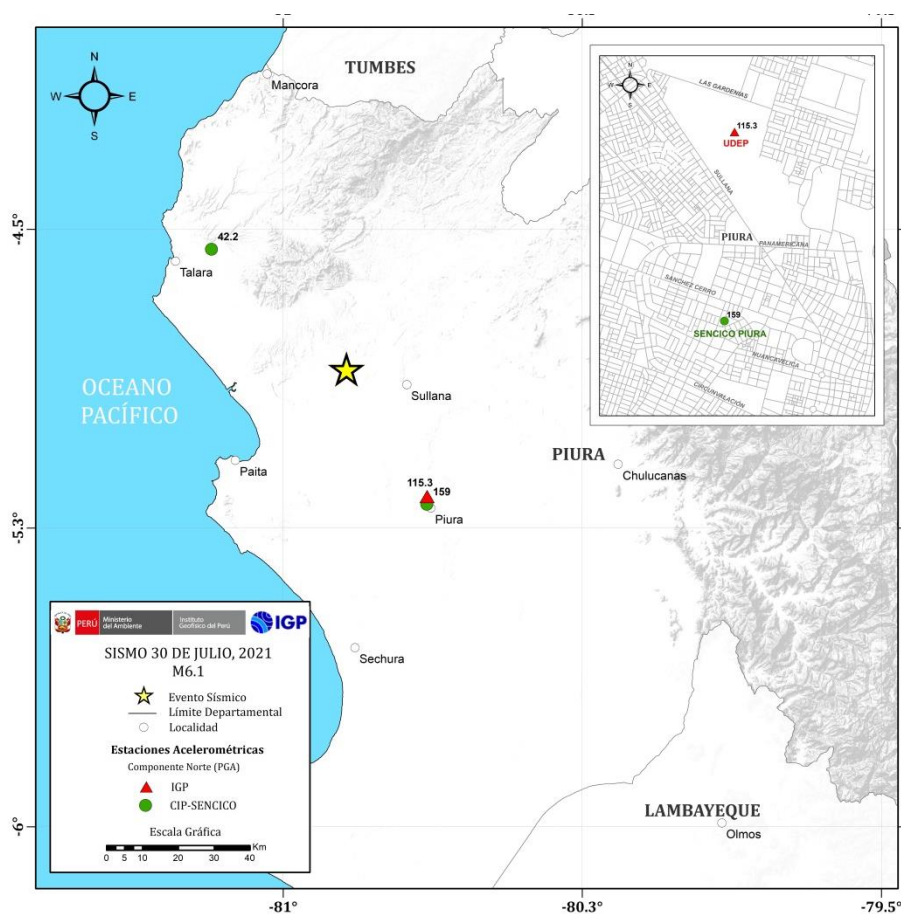


Figura 9a.- Región Piura y niveles de aceleración registradas en la ciudad de Piura. Estaciones acelométricas de SENCICO e IGP. Componente norte-sur.

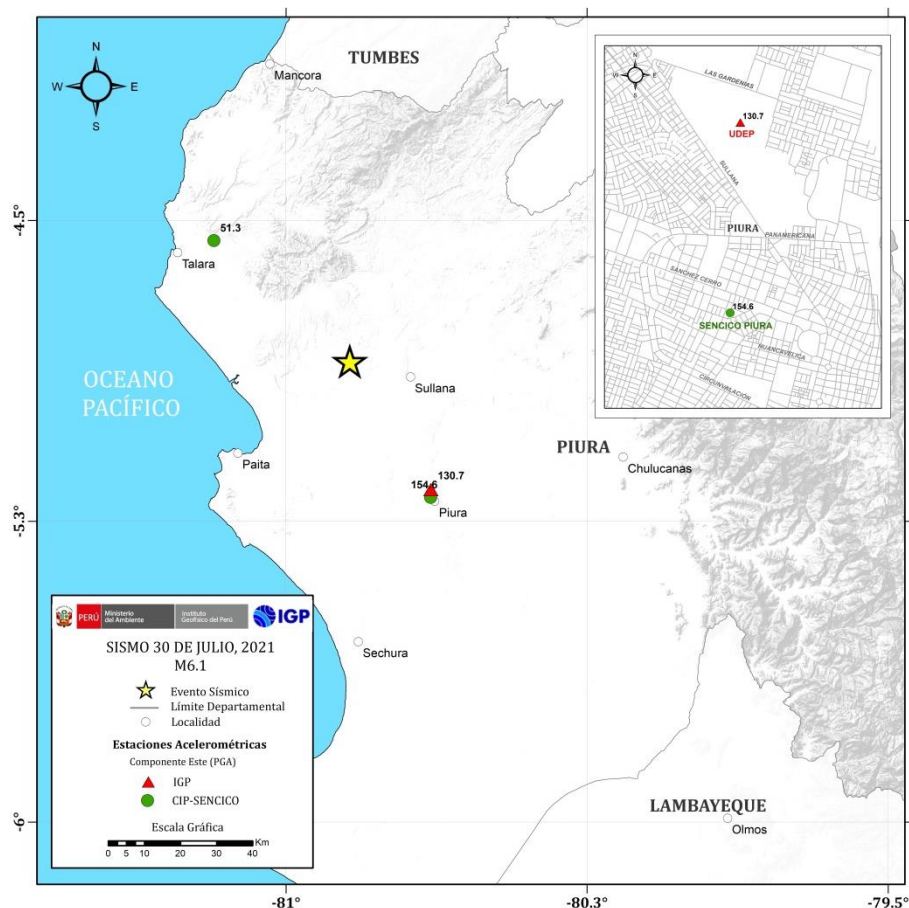


Figura 9b.- Región Piura y niveles de aceleración registradas en la ciudad de Pira. Estaciones acelométricas de SENCICO e IGP. Componente este-oeste.

Estos niveles de aceleración son elevados y explicarían los niveles de daños y efectos secundarios producidos por el sismo de Sullana en las ciudades de Piura y Sullana.

4.- PRINCIPALES DAÑOS Y EFECTOS

El sismo de Sullana del 30 de julio 2021 (M6.1), género principalmente en las ciudades de Piura y Sullana altos niveles de sacudimiento del suelo que produjo daños en viviendas, efectos secundarios y cambios a menor escala en la morfología de la zona epicentral.

4.1.- Daños en Viviendas

Los mayores daños en viviendas fueron observados en aquellas que fueron construidas con materiales como el adobe u otros que ofrecen menor resistencia al sacudimiento del suelo (Figura 10). Asimismo, se observó la caída de cornisas y adornos ornamentales en iglesias construidas con material de adobe. También se presentaron daños en viviendas de ladrillo con el desprendimiento de estuques y revestimientos, así como la caída de muros y techos en mal estado.



Figura 10.- *Diversos tipos de daños observados en viviendas, iglesias y colegios debido a la ocurrencia del sismo de Sullana (fuente: varios medios de comunicación)*

4.2.- Afloramientos de agua y licuación de suelos

Los afloramientos de agua se producen por la presencia en el subsuelo de capas freáticas a poca profundidad y que al ser agitadas por el paso de las sondas sísmicas tiene a salir a superficie con gran facilidad. Este tipo de efectos han sido observados en zonas como el distrito Vichayal y en el poblado Bocana (Paita), todos acompañados por procesos de licuación de suelo, tal como ocurrió en la playa de Colan (Figura 11).



Figura 11.- Ejemplos de afloramientos de agua y licuación de suelos debido a la presencia de capas freáticas a poca profundidad.

4.3.- Deslizamientos

Los principales escenarios de deslizamientos (derrumbes) de tierra y piedras se presentan en zonas de pendiente en la cual se cuenta con la presencia de piedras y suelos en situación inestable o no compactos. Debido a los sacudimientos del suelo como producto del sismo de Sullana, se han producido deslizamientos de tierra y arenas en la zona de Colan y principales vías de tránsito vehicular en Sullana y Piura (Figura 12).

4.4.- Fisuras en suelos

El comportamiento dinámico de los suelos al paso de las ondas

sísmicas es muy variado y dependen únicamente de sus propiedades físicas y composición geológica, además de la presencia o no de agua. Durante el sacudimiento del suelos debido a la ocurrencia del sismo de Sullana, en muchas zonas donde los suelos están compuestos por arenas poco o nada compactos y con presencia o no de agua, se han presentado diversos escenarios de fisuras en los suelos con aperturas del orden de 50 cm. Ocupar este tipo de suelos con viviendas por ejemplo, seria de alto riesgo de ocurrir sismos de elevada magnitud (Figura 13).



Figura 12.- Ejemplos de deslizamientos de tierra y piedra en la región Piura debido al sismo de Sullana del 30 de julio 2021.



Figura 13.- Ejemplos de suelos con fisuras en zonas de sembríos y carreteras debido al sismo de Sullana del 30 de julio 2021.

CONCLUSIONES

- El 30 de junio ocurre un sismo de magnitud M6.1 con epicentro a 12 km al oeste de la ciudad de Sullana, región Piura. Se plantea como hipótesis que el sismo de Sullana habría tenido su origen en la reactivación temporal de la falla Lancones, pero a la fecha no se ha logrado identificar evidencias en superficie que permitan confirmar tal hipótesis. Se continuarán con los estudios y trabajos de campo para la recolección de mayor información.
- Debido a la poca profundidad a la cual ocurrió el sismo de Sullana, en superficie se produjeron altos niveles de sacudimiento del suelo que género diversos daños y efectos en viviendas y suelos.
- El sismo de Sullana fue seguido, en sus primeras 72 horas, por un total de 35 réplicas y de ellas, solo 12 produjeron niveles de sacudimiento del suelo perceptibles para la población de Sullana y Piura.
- Los valores de aceleración registrados en la ciudad de Piura fueron del orden de 115 a 154 cm/seg², suficientes para generar daños parciales en viviendas y efectos secundarios en suelos como deslizamientos y procesos de licuación de suelos.
- Los daños y efectos producidos por el sismo de Sullana en la región Piura fueron muy variados y puntuales, como por ejemplo daños en viviendas de adobe y en algunas de concreto y ladrillo; además de caída de paredes y techos inestables. Asimismo, se observó deslizamientos de tierra y piedras, la formación de fisuras en el suelo, afloramientos de agua y el desarrollo de procesos de licuación de suelos.

BIBLIOGRAFIA

- Bellido et al (2009). Datación y caracterización geoquímica de los granitoides peraluminicos de los cerros de amotape y de los macizos de Illescas y Paita (noroeste de Perú). Bol. Soc. Geol. Perú 103: 197-213.
- Bernal, I. y Tavera, H (2002). Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Monografía, IGP, Lima-Perú, 63 pp.
- Cahill, T. and B. Isacks (1992). Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. JGR, <https://doi.org/10.1029/92JB00493>
- CIP-SENCICO (2021). Sismo de Chilca, Cañete - Lima del 19 de abril del 2021. Informe preliminar, 138 pag.
- CISMID (2021) Acelerogramas del Sismo de Chilca, Cañete – Lima del 19 de abril del 2021. 32 pag.
- CISMID (2005). Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en 42 distritos de Lima y Callao, APESEG.
- De Mets, C., Gordon, R., Aarhus, A., y Stein, S. (1980). Current plate motions. Geophys. J. Int., 101, 425-478.
- INDECI (2021). Movimiento sísmico de magnitud 5.0 en el distrito de Chilca – Lima. Reporte Complementario N°2211-21/4/2021 COEN-INDECI
- 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.
- SIRAD (2011). Recursos de respuesta inmediata y recuperación temprana ante a ocurrencia de un sismo y/o tsunami en Lima Metropolitana y Callao. COOPI – IRD.
- Stauder, W. (1975). Subduction of the Nazca Plate under Peru as evidenced by focal mechanisms and by seismicity. JGR, <https://doi.org/10.1029/JB080i008p01053>
- Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. Journal of Seismology, 5, 519-540.

