



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



## SISMO DE CHALA DEL 16 DE JUNIO 2024 (M6.2) Y NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO

Informe Técnico N°022-2024/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú  
Junio, 2024

## **Instituto Geofísico del Perú**

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

## **Informe Técnico**

Sismo de Chala del 16 de junio 2024 (M6.2) y niveles de sacudimiento del suelo

## **Autores**

Hernando Tavera

Cristian Mamani

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

**SISMO DE CHALA DEL 16 DE JUNIO 2024 (M6.2)  
Y NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO**

Lima – Perú  
Junio, 2024

## **RESUMEN**

El 16 de junio 2024 (09horas 47m), ocurre un sismo de magnitud M6.2 con epicentro a 41 km al oeste de la localidad de Chala, siendo el sacudimiento del suelo percibido en una radio de 300 km, desde Lima Metropolitana por el norte hasta Punta de Bombón (Arequipa) por el sur. El sismo tiene su origen en el proceso de fricción entre las placas de Nazca y Sudamericana produciendo. El sismo fue seguido en sus primeras 48 horas, por un total de 36 réplicas y cuya distribución espacial sugieren un área de ruptura de 37 x 20 km perpendicular a la línea de costa.

Los valores de aceleración del suelo fueron del orden de 100 cm/seg<sup>2</sup> en las localidades de Chala, Atiquipa y alrededores, llegando a producir en superficie deslizamientos de piedras y tierra en carreteras entre las localidades de Atico y Caraveli; caída de techos falsos en la municipalidad de Atiquipa y ruptura de vidrios en ventanas de viviendas; además de rajaduras leves en paredes.

## **INDICE**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

### **2.- EL SISMO DE CHALA DEL 16 DE JUNIO, 2024**

#### **2.1.- Parámetros hipocentrales**

#### **2.2.- Intensidades**

#### **2.3.- Réplicas**

### **3.- NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO**

#### **3.1.- Mapas de iso-aceleraciones**

### **CONCLUSIONES**

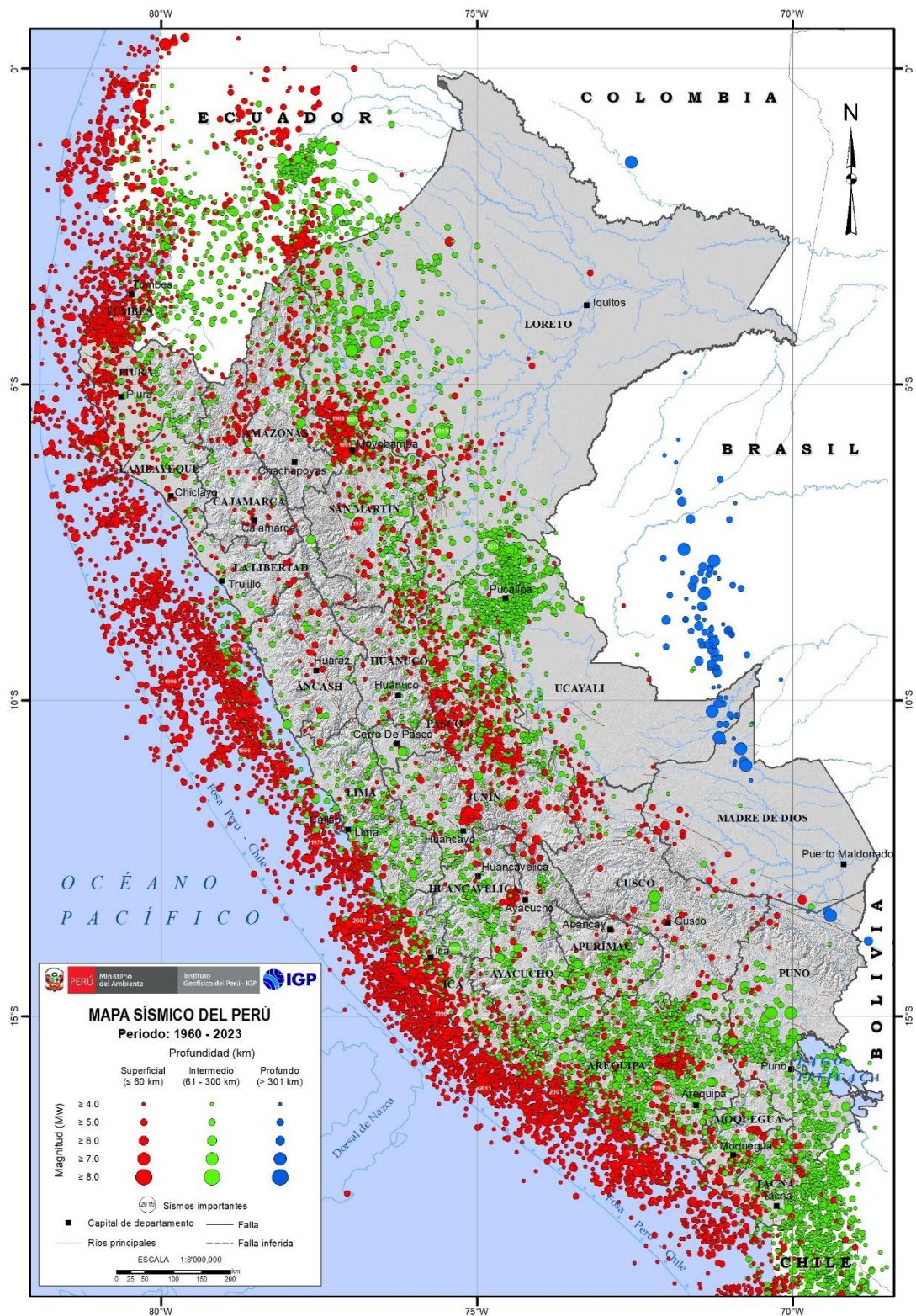
### **BIBLIOGRAFIA**

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el borde occidental de América de Sur se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana 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 variadas profundidades con origen en tres fuentes sismogénicas: la fricción de placas (oceánica y continental), deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales.

En Perú, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y debido a la mejor cobertura de la Red Sísmica Nacional (RSN) a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP), cada año se registra y reporta un promedio de 800 sismos cuyos sacudimientos del suelo son percibidos en superficie por la población. En la actualidad, el análisis de la distribución espacial de la sismicidad en el Perú (Figura 1) ha permitido identificar la ubicación de las principales fuentes sismogénicas, todas descritas ampliamente por Tavera y Buforn (2001) y Bernal y Tavera (2002). En este sentido, 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 2023 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 sur del Perú, el día 16 de junio del 2024 ocurre un sismo de magnitud moderada (M6.2) y epicentro ubicado a 41 km oeste de la localidad de Chala (región Arequipa). El sismo ocurrió a una profundidad de 27km (foco superficial) y en general, el sacudimiento del suelo fue percibido por la población hasta distancias, desde el epicentro, del orden de 300 km, siendo mayor la intensidad de sacudimiento del suelo en las localidades de Chala y Atiquipa. En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas y los niveles de sacudimiento del suelo en el borde occidental de la región Arequipa

## 2.- EL SISMO DE CHALA DEL 16 DE JUNIO, 2024

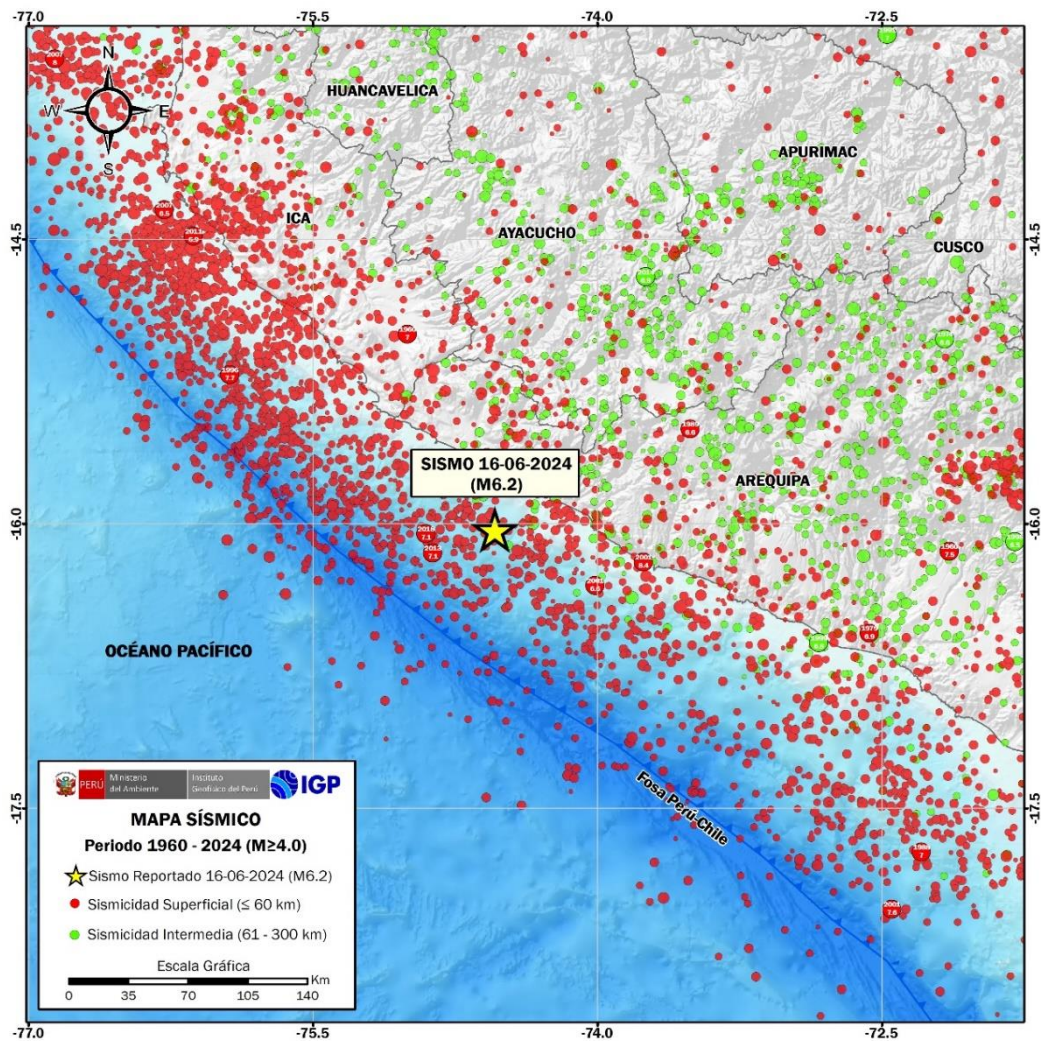
En el borde occidental de la región sur del Perú, el día 16 de junio del 2024 ocurre un sismo de magnitud moderada (M6.2) que produjo importantes niveles de sacudimiento del suelo en las localidades de Chala y Atiquipa de la región Arequipa. El análisis de los parámetros hipocentrales del sismo y la evaluación de los niveles de sacudimiento del suelo permitirán comprender los niveles de riesgo de las áreas urbanas ante la posible ocurrencia de un sismo de mayor magnitud con epicentro frente a la costa sur del Perú.

### 2.1.- Parámetros hipocentrales

Los parámetros hipocentrales del sismo del 16 de junio del 2024 fueron obtenidos utilizando información de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional y los valores obtenidos son (Figura 2):

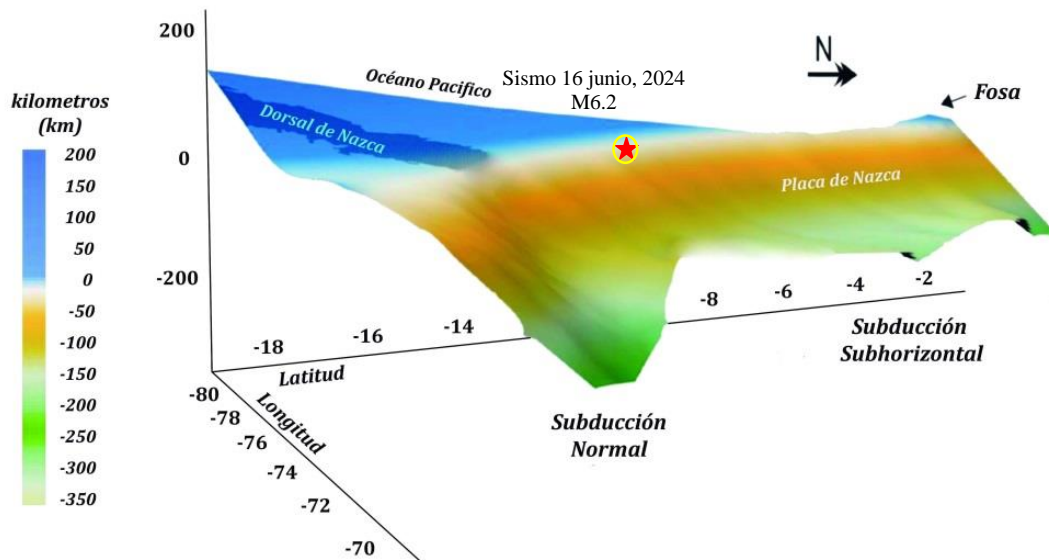
Tiempo Origen: 14h 47 min del 16 de junio, 2024 (Hora Universal)  
09h 47 min del 16 de junio, 2024 (Hora Local)  
Latitud Sur: -16.041°  
Longitud Oeste: -74.580°  
Profundidad: 27 km  
Magnitud: M6.2  
Epicentro: A 41 km al oeste de la localidad de Chala - Arequipa  
Intensidad Máxima: V (MM) en Chala y Atiquipa (Arequipa)

En la Figura 2 se presenta la ubicación del epicentro del sismo del 16 de junio 2024, junto a los epicentros correspondientes a los sismos ocurridos en la región sur del Perú entre los años 1960 al 2023 (>M4.5). De acuerdo a la ubicación del epicentro, el sismo ocurrió en una zona de continua ocurrencia de sismos asociados al proceso de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (círculos rojos).



**Figura 2.-** Distribución espacial de la sismicidad en la región sur del Perú. La profundidad de los sismos es indicado con el color de los símbolos. La estrella grande indica la ubicación del sismo de Chala del 16 de junio.

En general, la distribución espacial de la sismicidad en profundidad ha permitido configurar la geometría de la placa de Nazca en el proceso de subducción y tal como se observa en la Figura 3, en las regiones centro-norte, la placa de Nazca se introduce por debajo del continente hasta una profundidad de 100-120 km para luego desplazarse de manera casi horizontal; mientras que, en la región sur, lo hace de manera continua hasta los 250 km de profundidad. Estas tendencias de sismicidad y geometrías de la subducción fueron ya descritas por Stauder (1975), Cahill y Isacks (1991), Tavera y Buforn (2001).

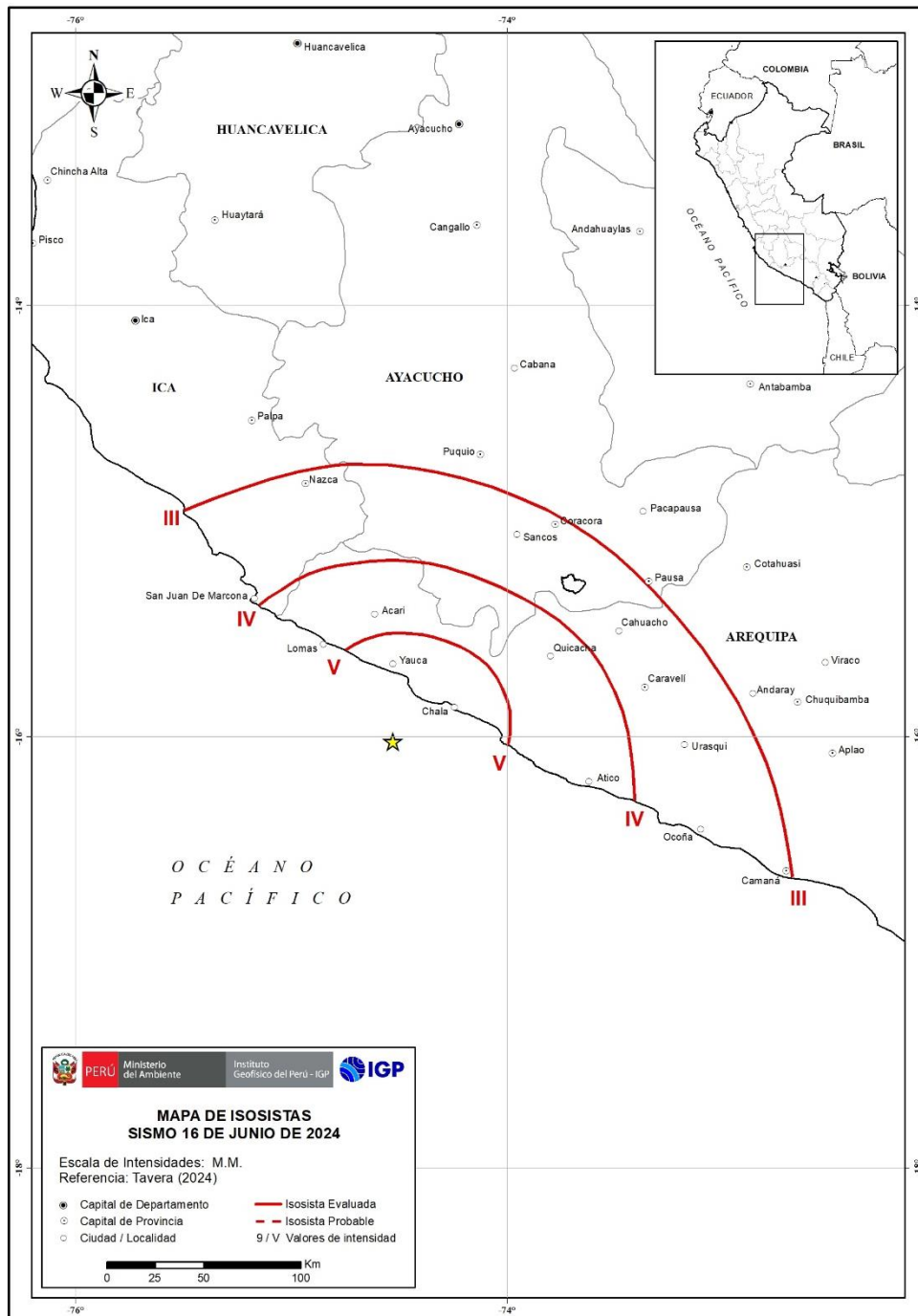


**Figura 3.** Geometría de la placa de Nazca en el proceso de subducción en el borde occidental del Perú. La estrella indica la ubicación aproximada del hipocentro del sismo de Chala del 16 de junio (M6.2), 2024

## 2.2.- Intensidades

Después de ocurrido el sismo de Mala, 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):

*Chala y Atiquipa (Intensidad V-MM):* El sacudimiento del suelo fue intenso y causó pánico en toda la población que salieron a las calles. Se produjo fisuras y daños en el cerco del estadio municipal de Chala; además de ruptura de vidrios y agrietamientos en ventanas de la IE Hortencia Pardo Mancebo. La oficina de administración de la municipalidad de Atiquipa fue afectada con rotura de ventanas y desplomo de materiales.



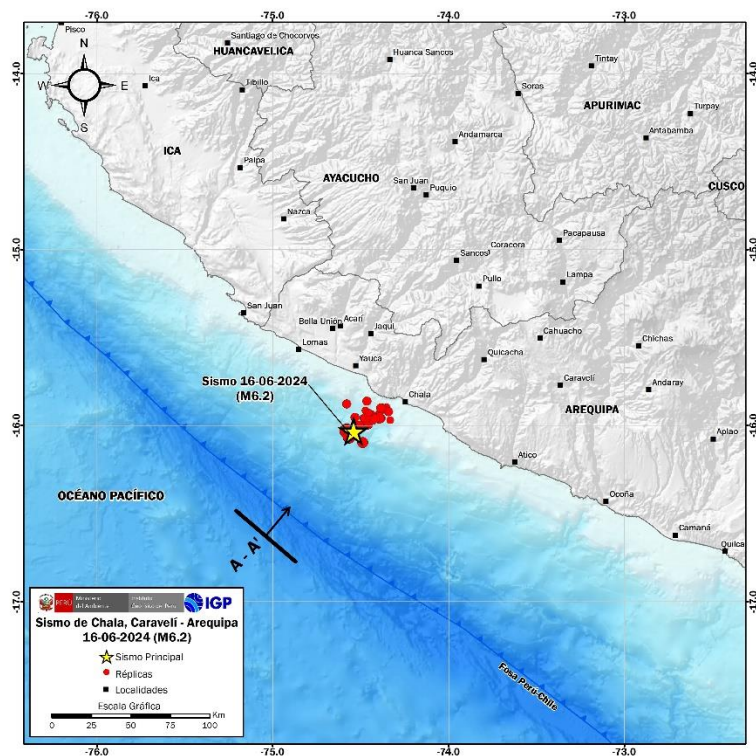
**Figura 4.-** Mapa de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo de Chala del 16 de junio del 2024 (M6.2)

**Jaqui y Yauca (Intensidad IV - MM):** El movimiento del suelo fue fuerte y percibido por toda la población que salieron a la calle. Las instalaciones de la comisaria PNP se encuentran afectadas por rajaduras. Se produjeron pequeños deslizamientos de tierra y roca que afectaron la vía departamental de Malpaso en el kilómetro 27.

Atico, Lomas y Coracora (Intensidad III-MM): El movimiento moderado del suelo fue percibido por toda la población. La infraestructura del Centro de Salud de Lomas presentó pequeñas rajaduras. Se produjeron deslizamientos de piedras en la vía Atico-Caravelí; además de caída de material suelto en las quebradas de la localidad del Relave-Coracora.

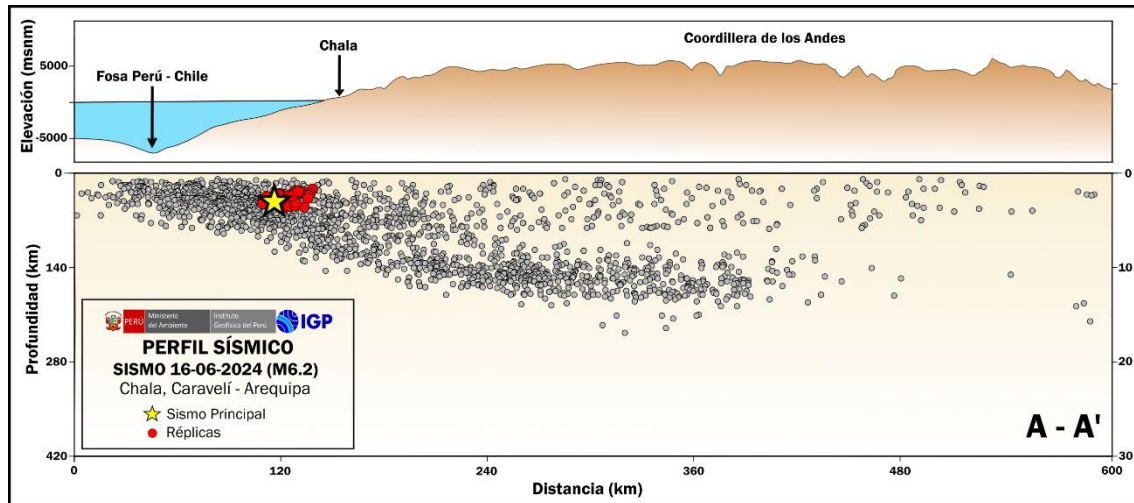
### 2.3-. Réplicas

Según la Figura 5, el sismo de Mala fue seguido, en las primeras 48 horas, por un total de 36 réplicas, siendo cuatro de ellas reportadas por el Centro Sismológico Nacional (CENSIS) debido a que el sacudimiento del suelo, por ellos producidos, fue percibido por la población. Estas réplicas presentaron magnitudes de M4.8, M4.2, M3.6 y M3.5. La distribución espacial de las réplicas forma un área de ruptura de forma rectangular de aproximadamente 20 x 37 km, desde el epicentro del sismo hacia la línea de costa con orientación aproximada de este-oeste.



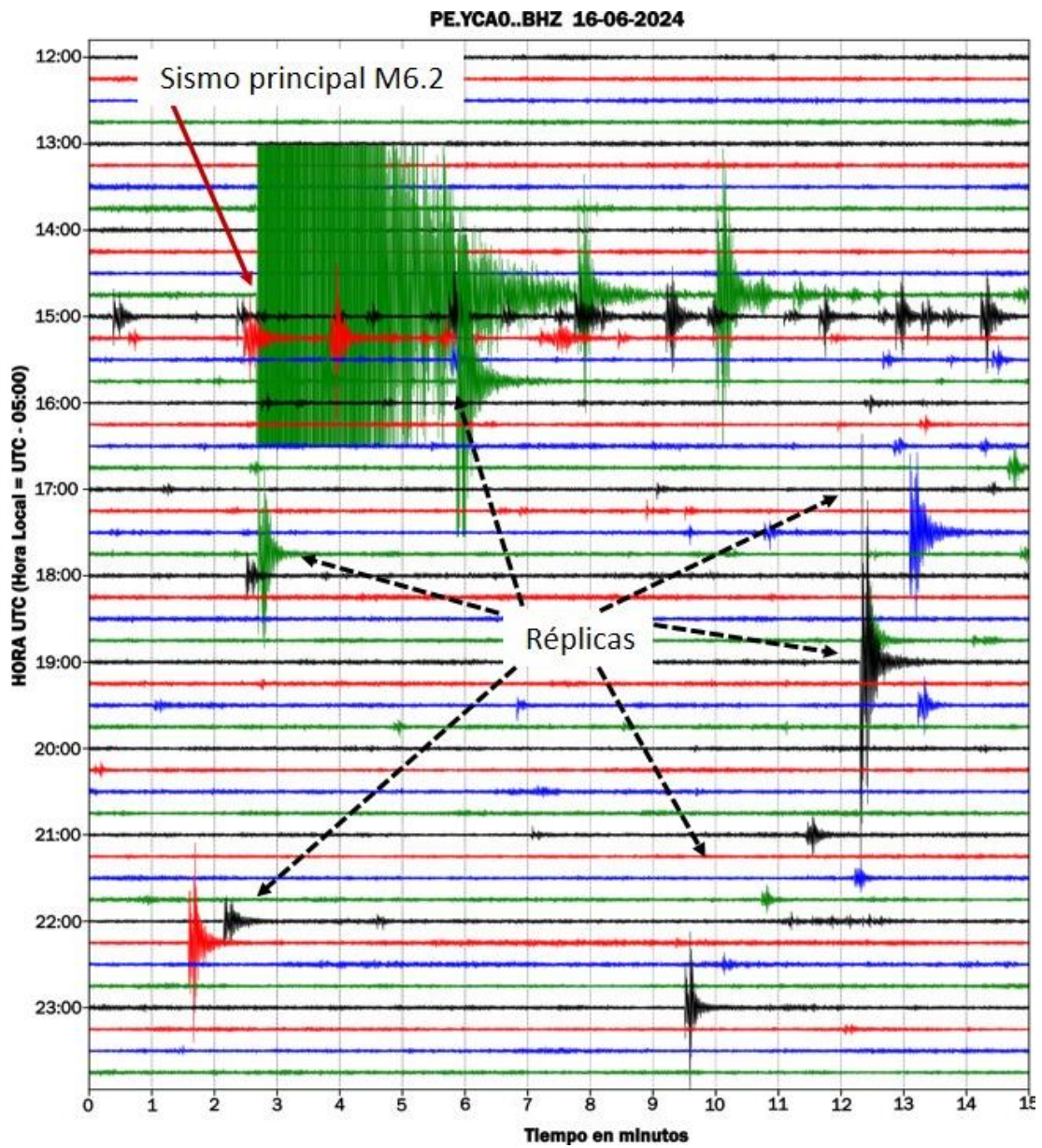
**Figura 5.-** El sismo de Chala del 16 de junio del 2024 (M6.2) y distribución espacial de sus réplicas durante las primeras 48 horas después de ocurrido el sismo principal.

En profundidad, el sismo de Chala y su serie de réplicas siguen la tendencia media de distribución de la sismicidad en la región centro-sur; lo cual confirma que tuvieron su origen en el proceso de acumulación de esfuerzos y deformación derivados de la convergencia entre las placas de Nazca y sudamericana frente a la zona costera de la región de Arequipa (Figura 6).



**Figura 6.** Sección vertical de la sismicidad en la región centro-sur del Perú y ubicación del sismo de Chala del 16 de junio, 2024. Los puntos de color rojo indican la ubicación de las réplicas ocurridas durante 48 horas después del sismo principal.

Asimismo, en la Figura 7 se puede observar el sismograma de la estación sísmica de Yauca con el registro del sismo principal y de las réplicas ocurridas durante las primeras 48 horas. En general, el mayor número de réplicas ocurrieron inmediatamente después del sismo principal y con el pasar de las horas, ellas fueron disminuyendo en número y seguirá así, hasta que el área deformada se estabilice totalmente.



**Figura 7.-** Sismograma de la estación Yauca con el registro del sismo de Chala del 16 de junio (M6.2) 2024 y la serie de réplicas ocurridas en las primeras horas después de ocurrido el evento principal.

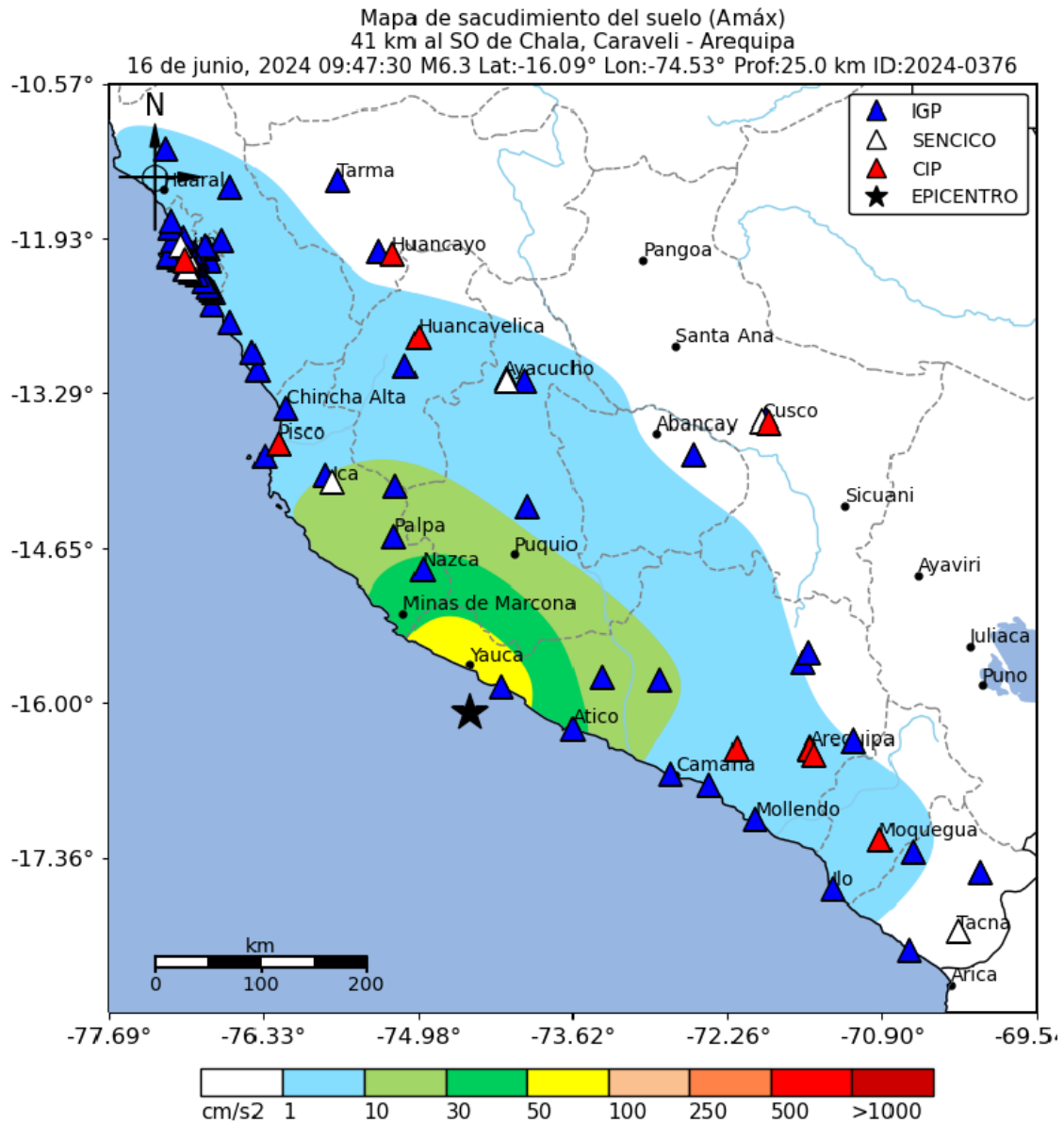
### **3.- NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO**

El sismo de Chala del 16 de junio 2024 (M6.2), presento como característica que produjo diversos niveles de sacudimiento del suelo en las áreas urbanas ubicadas en el entorno del área epicentral, desde la ciudad de Lima por el norte, hasta la localidad de Punta de Bombón (Arequipa) por el sur. Antes de analizar los datos instrumentales, es necesario indicar que los niveles de sacudimiento del suelo, no solo dependen de las características del sismo (magnitud, dirección de programación de la ruptura, entre otros), sino también de la composición geológica de los suelos y, por ende, de su comportamiento dinámico al paso de las ondas sísmicas.

#### **3.1.- Mapas de iso-aceleraciones**

Durante la ocurrencia del sismo del 16 de junio 2024 (M6.2), el sacudimiento del suelo en las regiones de Lima, Ica y Arequipa fue registrado por un número importante de estaciones acelerométricas administradas por el servicio del IGP conocido como ACELDA\_Perú: 15 a cargo del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) y SENCICO y 38 de la Red Sísmica Nacional a cargo del IGP.

En la Figura 8 se muestra el mapa de iso-aceleraciones correspondientes a los valores máximos de sacudimiento del suelo, siendo sus características las siguientes: Las mayores aceleraciones del suelo se produjeron en las localidades de Chala, Yauca, Atiquipa (Arequipa) y alrededores, con valores de hasta 100 cm/seg<sup>2</sup>. Asimismo, en las localidades de Nazca, Marcona, Atico y alrededores, las aceleraciones del suelo fueron del orden de 50 cm/seg<sup>2</sup>.



**Figura 8.-** Aceleraciones máximas del suelo registradas en las regiones de Lima, Ica y Arequipa debido a la ocurrencia del sismo de Chala del 16 de junio 2024 (ver Figura 2)

Por otro lado, según reportes de diferentes medios de comunicación, los daños y efectos producidos por el sacudimiento del suelo en la región Arequipa fueron muy puntuales y entre los principales se pueden mencionar la caída de piedras en carreteras, caída de techos falsos en oficinas y daños leves en viviendas como ruptura de vidrios de ventanas y fisuras leves en paredes (Figura 9).



**Figura 10.-** Algunos de los daños y efectos producidos en región Arequipa debido al sacudimiento del suelo producido por el sismo de Chala del 16 de junio, 2024 (Fuente: RPP, Noticias, Andina Noticias y pobladores locales)

## CONCLUSIONES

- El 16 de junio del 2024 ocurre un sismo de magnitud M6.2 con epicentro a 41 km al oeste de la localidad de Chala (Arequipa), siendo su origen el constante proceso de fricción que se produce entre las placas de Nazca y Sudamericana frente a la costa de la región sur del Perú.
- El sismo de Chala fue seguido en sus primeras 48 horas, por un total de 36 réplicas y cuya distribución espacial sugieren un área de ruptura de forma rectangular perpendicular a la línea de costa con las siguientes dimensiones: 37 x 20 km.
- Los valores de aceleración del suelo fueron del orden de  $100 \text{ cm/seg}^2$  en las localidades de Chala, Atiquipa y alrededores, llegando a producir en superficie deslizamientos de piedras y tierra en carreteras entre las localidades de Atico y Caraveli; caída de techos falsos en la municipalidad de Atiquipa y ruptura de vidrios en ventanas de viviendas; además de rajaduras leves en paredes.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.

