



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



**INFORME
RECONOCIMIENTO DE DAÑOS PRODUCTO DEL SISMO DE
CHUPACA, JUNÍN, DEL 18 DE JULIO DE 2026
RECOMENDACIONES PARA LA RECONSTRUCCIÓN**



Equipo Técnico:

Dr. Carlos Gonzales
Dr. Edison Moscoso
Dr. André Muñoz
Mg. Jairo Cueva
Mg. Fernando García
Ing. Mario Oblitas
Ing. Carlos Dávila
Bach. Ángel Quesquén
Bach. Bryan Long

AGOSTO – 2026



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. ASPECTOS SISMOLÓGICOS Y COMPORTAMIENTO DEL SUELO.....	8
2.1. Aspectos sismológicos	8
2.2. Registros acelerográficos del sismo de Chupaca (M5.4)	10
2.3. Mediciones puntuales de microtemores.....	12
2.3.1. Anexo de Pumpunya	13
2.3.2. Distrito de Chongos Bajo	14
2.4. Registros y análisis de réplicas.....	18
3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL.....	23
3.1. Levantamiento de información con RPAS, LiDAR e imágenes de 360°	23
3.1.1. Ubicación.....	23
3.1.2. Trabajo de Campo	23
3.1.3. Trabajo de Oficina	25
3.2. Análisis InSAR.....	31
3.2.1. Marco teórico.....	32
3.2.2. Metodología de procesamiento InSAR.....	32
3.2.3. Resultados.....	33
4. DAÑOS OBSERVADOS EN INFRAESTRUCTURA.....	35
4.1. Anexo de Pumpunya	35
4.1.1. Viviendas	37
4.1.2. Posta de salud	44
4.1.3. Instituciones Educativas	45
4.2. Anexo de Chongos Bajo	49
4.2.1. Viviendas	51
4.2.2. Posta de Salud	56
4.2.3. Reservorio y canal de drenaje pluvial	56
4.3. Anexo de Chupuro.....	58
4.3.1. Edificaciones afectadas	58
4.3.2. Posta de salud.....	60
4.4. Anexo Carhuapaccha	61
4.4.1. Edificaciones afectadas	61
4.4.2. Posta de Salud	62
4.5. Anexo Tinyari Chico y Soccos	63



4.5.1. Posta de Salud	64
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones	66
5.3. Recomendaciones para la reconstrucción	67
6. AGRADECIMIENTOS	68
7. REFERENCIAS	69

Tablas

Tabla 1 Parámetros hipocentrales del sismo de Chupaca (IGP, 2026)	9
Tabla 2 Coordenadas y periodos del suelo estimados de las mediciones de microtemores en el anexo de Pumpunya	14
Tabla 3 Coordenadas y periodos del suelo estimados de las mediciones de microtemores en el distrito de Chongos Bajo	17
Tabla 4 Aceleraciones máximas obtenidas en las estaciones SCHYO, UNCP y R7D84 del sismo principal del 18 de julio de 2026 en Chupaca y sus subsecuentes réplicas.....	22
Tabla 5. Tabla resumen de equipos usados.....	24
Tabla 6 Pares Sentinel-1 empleados.	32

Figuras

Figura 1 Ubicación del epicentro del sismo de Chupaca M5.4 (18/07/2026)	8
Figura 2 Esquema del Valle del Mantaro y la zona de fracturas Altos del Mantaro y la falla Huaytapallana. (Tomado de Dorbath et al., 1990).....	10
Figura 3 Registros tiempo-historia, espectros de Fourier y de respuesta correspondientes al evento del 18/07/2026 de Chupaca (M5.4) correspondiente a las estaciones (superior) UNCP y (inferior) SCHYO	11
Figura 4 (izquierda) SmartSolo IGU-BD3C-5, (derecha) Geobox-10	12
Figura 5 Ubicación de mediciones de microtemores en el anexo de Pumpunya	13
Figura 6 Fotografías de mediciones de microtemores en el anexo de Pumpunya.....	14
Figura 7 Espectros H/V de microtemores ejecutados en el anexo de Pumpunya.....	15
Figura 8 Ubicación de las mediciones puntuales de microtemores ejecutadas en el distrito de Chongos Bajo	16
Figura 9 Fotografías de ejecución de mediciones de microtemores en el distrito de Chongos Bajo	16
Figura 10 Espectros H/V de las mediciones de microtemores ejecutadas en el distrito de Chongos Bajo	17

Figura 11 Instalación de acelerógrafo Raspberry Shake 4D en una vivienda en el distrito de Chongos Bajo	18
Figura 12 Distribución de réplicas producto del evento principal de Chupaca del 18/07/2026	19
Figura 13 Acelerogramas y espectros de respuesta de las réplicas registradas en la estación temporal R7D84 en Chongos Bajo.....	20
Figura 14 Espectros H/V para acelerogramas aplicando la metodología de Hassani & Atkinson (2016)	21
Figura 15 Ubicación del distrito de Chongos Bajo.	23
Figura 16 Vista desde el mando de control del plan de vuelo fotogramétrico (Chongos Bajo)	24
Figura 17 Vista desde el mando de control del plan de vuelo fotogramétrico en (Pumpunya)	25
Figura 18 Vista desde el mando de control del sensoramiento LiDAR.	26
Figura 19 Ortomosaico de Chongos Bajo.....	27
Figura 20 Ortomosaico de Pumpunya.....	28
Figura 21 Modelo Digital de Superficie de Chongos Bajo.....	29
Figura 22 Modelo Digital de Superficie de Pumpunya.	29
Figura 23 Modelo 3D de la iglesia Apóstol Santiago, Chongos Bajo.	30
Figura 24 Modelo 3D de Pumpunya.....	30
Figura 25 Vista de la nube de puntos de la Iglesia Apóstol Santiago.	31
Figura 26 Flujo del procesamiento interferométrico.....	33
Figura 27 Interferogramas y perfiles de fase correspondientes al sismo de Chupaca, Junín. Geometría ascendente: 07–19 de julio de 2026. Geometría descendente: 05–29 de julio de 2026.....	33
Figura 28 Desplazamiento en línea de vista (LOS) y perfiles A–B derivados de las geometías ascendente y descendente.	34
Figura 29 Espectro de respuesta para las direcciones Este-Oeste, Norte-Sur y Vertical de las 19 réplicas registradas en la estación temporal R7D84 en Chongos Bajo.....	35
Figura 30 Daños observados en la Iglesia de Pumpunya.....	36
Figura 31 Daño en estructura de albañilería con ladrillos de arcilla cocida sin confinamiento.	37
Figura 32 Daño en estructura de adobe de dos pisos.	38
Figura 33 Daño en estructura de tapial con sobrecimiento de piedra.	39
Figura 34 Estado de estructura de albañilería de dos pisos con ladrillos de arcilla cocida con confinamiento.....	40
Figura 35 Daño en estructura de tapial de dos pisos con reforzamiento de malla de acero en una cara.....	41
Figura 36 Daño en estructura de adobe de un piso.....	42
Figura 37 Colapso de una estructura de adobe.....	43

Figura 38 Posta de Salud Pumpunya (a) Vista general de la edificación. (b) Distribución arquitectónica referencial	44
Figura 39 Daños en posta de Salud Pumpunya (a) Fisuración diagonal en muro de albañilería próxima a una abertura. (b) Fisuración diagonal en muro interior y deterioro localizado del revestimiento de la losa de techo.	45
Figura 40 Institución Educativa Inicial (a) Vista general. (b). Vista exterior de muro perimetral y zona adyacente a la edificación. (c) Inspección del refuerzo longitudinal y transversal de elemento de concreto armado.....	46
Figura 41 Institución Educativa Primaria (a) Vista general. (b) Desprendimiento localizado de material de relleno y acabado en la parte superior del muro. (c) Desprendimiento de material y restos de acabado en zona interior del segundo nivel.	47
Figura 42 Caminos (a) Erosión y pérdida localizada de material en borde de camino. (b) Deslizamiento y pérdida parcial de soporte lateral en plataforma próxima a ladera. (c) Irregularidad y erosión superficial en camino local.	48
Figura 43 Subestación Aérea Monoposte. (a) Vista general de subestación aérea tipo monoposte en zona rural. (b) Subestación aérea y red de distribución eléctrica en zona urbana. (c) Vista general de subestación aérea tipo monoposte y elementos asociados. ...	49
Figura 44 Estado de la cobertura e interior de la Iglesia Matriz de Santiago León de Chongos Bajo después del sismo: (a) sector donde la estructura de madera de la cobertura permanece en pie; y (b) sector con colapso de la cobertura y acumulación de elementos de madera y tejas en el interior de la nave.	50
Figura 45 Daños exteriores en la Iglesia Matriz de Santiago León de Chongos Bajo después del sismo: (a) daño y pérdida parcial de la cobertura en la zona lateral y posterior; y (b) colapso parcial de la parte superior de la fachada principal y acumulación de escombros.....	51
Figura 46 Daño sísmico en muro de adobe y zona de conexión muro–cubierta.....	52
Figura 47 Agrietamiento y separación en el encuentro de muros de adobe.	52
Figura 48 Agrietamiento en muros y daño en la cubierta de edificación de adobe de dos pisos.	53
Figura 49 Colapso parcial del muro de fachada de una edificación de adobe.	53
Figura 50 Daños en muros de albañilería de vivienda de cuatro niveles.	54
Figura 51 Daño severo y pérdida parcial de muro de adobe.	54
Figura 52 Agrietamiento en muros de albañilería de vivienda de tres niveles.	55
Figura 53 Grieta vertical en la unión entre muro de albañilería y columna de confinamiento.	55
Figura 54 Agrietamiento en muro de albañilería no confinado de vivienda de dos pisos.	55
Figura 55 Posta de Salud (a) Vista general de uno de los bloques del Centro de Salud Chongos Bajo. Inspección de la losa superior y zonas con problemas de drenaje superficial. (b) Plano de ubicación y distribución general de los bloques del centro de salud. (c) Deterioro y fisuración localizada en la base del tanque elevado, con evidencia de reparación previa. (d) Fisuras localizadas en encuentros de elementos y deterioro superficial de acabados.	57
Figura 56 Reservorio y Canal de Drenaje Pluvial de Chongos Bajo (a) Vista general del reservorio con signos de deterioro superficial y humedad. (b) Vista exterior del reservorio y	

estado de conservación de sus superficies. (c) Canal de drenaje pluvial y condiciones de su entorno inmediato	58
Figura 57 Edificaciones afectadas Chongos Bajo (a) Edificación de varios niveles con sistema mixto de pórticos de concreto armado y albañilería. (b) Fisuración severa en muro de albañilería asociada a discontinuidades y deficiente confinamiento. (c) Vista general de edificación afectada, con daños localizados en cerramientos y zonas próximas al primer nivel con personas debilitando la edificación siendo una práctica muy peligrosa. (d) Cables amarrados a edificación para su demolición con máquinas de carga pesada.	59
Figura 58 (a) Vista general de la Posta de Salud. (b) Distribución arquitectónica general de la edificación. (c) Junta sísmica entre bloques con desprendimiento localizado del material de relleno. (d) Cerco perimétrico de albañilería con pérdida de verticalidad y discontinuidades constructivas.	60
Figura 59 (a) Edificación de adobe con deficiente arriostramiento entre muros y vulnerabilidad frente a acciones fuera del plano. (b) Edificación de tierra con elementos de amarre longitudinales y transversales. (c) Edificación de albañilería con configuración irregular y techo con arriostramiento limitado. (d) Edificación aporticada con posible condición de piso blando en el primer nivel.	61
Figura 60. Posta de Salud Carhuapaccha (a) Vista general de la edificación. (b) Segundo nivel parcialmente construido con muros de relleno y arriostramiento limitado. (c) Muro lateral del nivel superior con discontinuidades y condición vulnerable fuera del plano. (d) Fisuración localizada en encuentro de muro y abertura. (e) Fisuración localizada en piso interior.	62
Figura 61. Postas de Salud en Soccos y Tinyari Chico. (a) Vista exterior de muro de albañilería y acceso Posta de Salud de Soccos. (b) Fisuración localizada en muro interior de la Posta de Salud de Soccos. (c) Vista general Posta de Salud de Tinyari Chico. (d) Fisuración localizada próxima a abertura de ventana de Tinyari Chico.	63



1. INTRODUCCIÓN

El sismo ocurrido la noche del 18 de julio de 2026 en la provincia de Chupaca, región Junín, generó una importante sacudida en diversas localidades del sector sur del Valle del Mantaro. Si bien se trató de un evento de magnitud moderada (Mw 5.4), su origen cortical y superficial, así como su cercanía a centros poblados con edificaciones vulnerables, dieron lugar a daños en viviendas e infraestructura, principalmente en las zonas próximas al epicentro.

A partir de la información proporcionada por autoridades e instituciones locales, se identificaron sectores con mayor nivel de afectación, entre ellos el anexo de Pumpunya y el distrito de Chongos Bajo. En atención a esta situación, los días 21 y 22 de julio de 2026, un equipo multidisciplinario del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, realizó una misión técnica de reconocimiento en las zonas afectadas.

Las actividades desarrolladas comprendieron el monitoreo instrumental de replicas, ensayos de medición de vibración ambiental (microtremores) para la caracterización de las condiciones dinámicas del suelo, el levantamiento de información geoespacial mediante tecnologías de uso de sensores remotos (drones) y la inspección in situ de viviendas e infraestructura esencial. Estas acciones permitieron reunir información complementaria sobre el movimiento sísmico, las condiciones locales del terreno y los efectos observados en las distintas localidades evaluadas.

El presente informe integra los resultados de estas actividades con el propósito de documentar técnicamente los efectos del sismo de Chupaca y aportar información que contribuya a una mejor comprensión de este tipo de eventos corticales superficiales, así como a la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones y a futuras acciones de prevención y reducción del riesgo sísmico en el Valle del Mantaro. Asimismo, brinda recomendaciones para la reconstrucción en función de los resultados encontrados.



2. ASPECTOS SISMOLÓGICOS Y COMPORTAMIENTO DEL SUELO

2.1. Aspectos sísmológicos

El sábado 18 de julio de 2026, a las 21:24:34 (hora local), ocurrió un sismo de magnitud momento (M_w) 5.4, cuyo epicentro fue localizado aproximadamente 14 km al sur-suroeste de la ciudad de Chupaca, región Junín. La solución revisada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2026) situó el hipocentro en las coordenadas 12.180° S y 75.310° O y a una profundidad de aproximadamente 9.5 km. Estos parámetros corresponden a la revisión posterior del evento, inicialmente reportado por el sistema automático con una magnitud de 5.1 y una mayor profundidad. Los parámetros hipocentrales adoptados para el presente estudio se resumen en la Tabla 1 y la ubicación epicentral se presenta en la Figura 1.

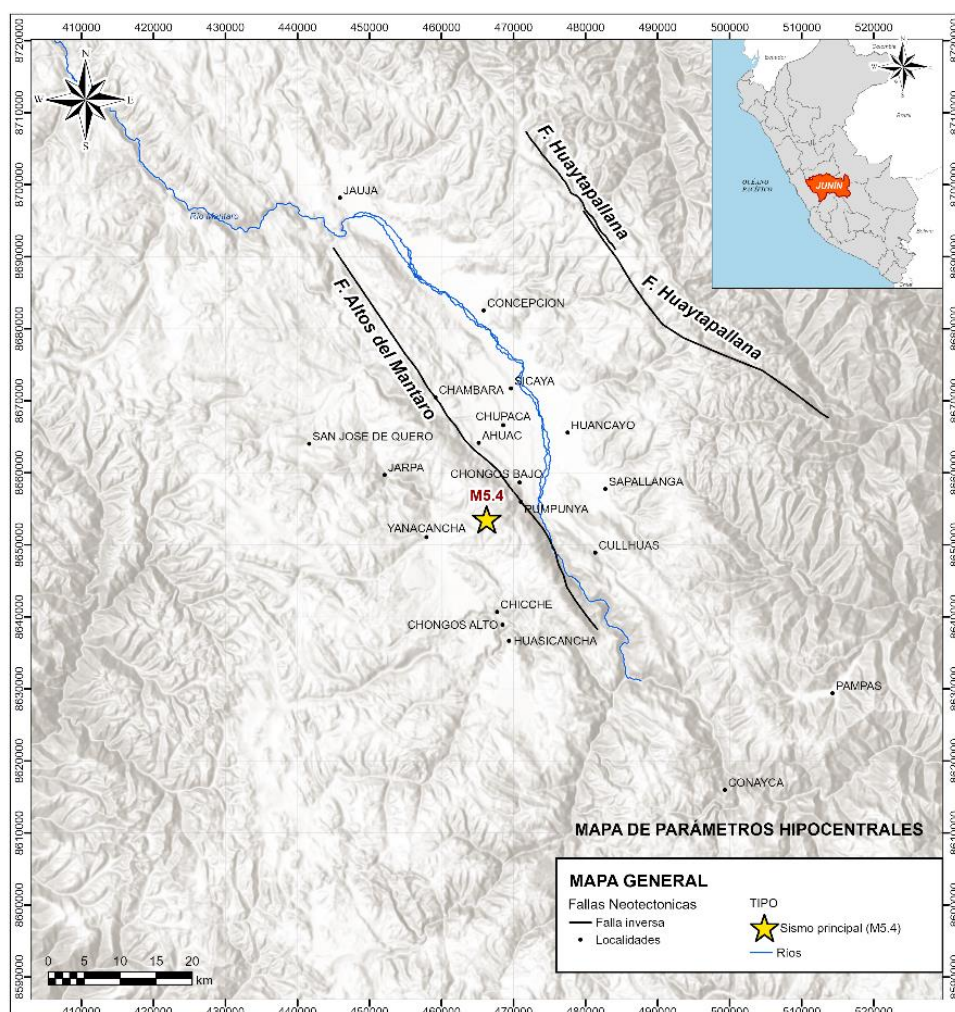


Figura 1 Ubicación del epicentro del sismo de Chupaca $M5.4$ (18/07/2026)



Tabla 1 Parámetros hipocentrales del sismo de Chupaca (IGP, 2026)

Fecha	18/07/2026
Hora de inicio (local)	21:24:34
Latitud (°)	-12.180
Longitud (°)	-75.310
Profundidad (km)	9.5
Magnitud (Mw)	5.4
Referencia	14 km al sur-suroeste de Chupaca, Chupaca, Junín

La localización superficial y la reducida profundidad hipocentral reportadas permiten la clasificación de este evento como de tipo cortical superficial, diferenciándolo de la sismicidad asociada directamente al proceso de subducción de las placas de Nazca y Sudamericana. De acuerdo con la naturaleza de eventos corticales superficiales, estos tienden a producir movimientos intensos del terreno dentro de una zona epicentral relativamente limitada, debido principalmente a la corta distancia existente entre la fuente sísmica y la superficie. En este caso en particular, el informe de IGP (2026) concluye que el evento estuvo asociado a una reactivación temporal de la falla Altos del Mantaro.

Este tipo de actividad cortical cercana cercano a la ciudad de Huancayo ya había sido previamente reportado. Por ejemplo, Dorbath et al. (1990), a partir del análisis de la sismicidad local del entorno de la cuenca de Huancayo, describieron la que ellos denominaron zona de fractura de Altos del Mantaro, definiéndola como un sistema discontinuo de fallas localizado en el borde suroccidental del Valle del Mantaro. Aunque los estudios geológicos disponibles en ese momento no mostraban evidencias superficiales claras de actividad reciente, la distribución hipocentral observada instrumentalmente permitió identificar una franja de actividad cortical de aproximadamente 40 km de longitud, paralela al borde occidental de la cuenca. Los autores interpretaron dicha sismicidad como evidencia de deformación tectónica activa asociada a este sistema de fallas.

Dorbath et al. (1990) también mostraron que el Valle del Mantaro se encuentra delimitado por dos sistemas tectónicos corticales de particular importancia: la zona de fracturas Altos del Mantaro, hacia el oeste, y la falla Huaytapallana, hacia el este. La sección transversal presentada en la Figura 2 permite apreciar dicha configuración tectónica y la geometría general de ambas estructuras. En ese sentido, los mecanismos focales analizados por estos autores indican un régimen predominantemente compresivo en los Andes centrales, caracterizado principalmente por mecanismos inversos con componentes variables de desplazamiento lateral.



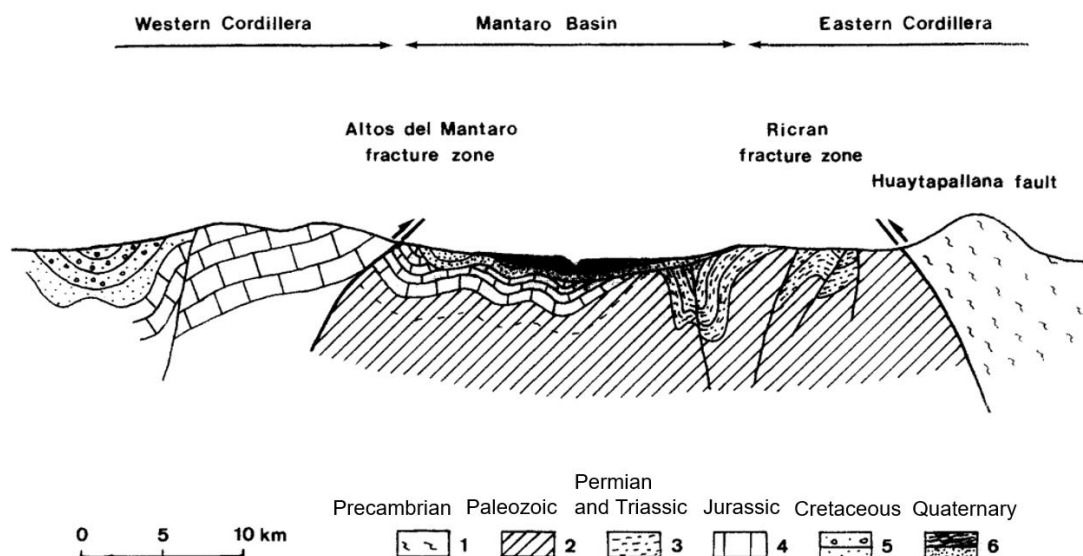


Figura 2 Esquema del Valle del Mantaro y la zona de fracturas Altos del Mantaro y la falla Huaytapallana. (Tomado de Dorbath et al., 1990)

2.2. Registros acelerográficos del sismo de Chupaca (M5.4)

El evento sísmico principal fue registrado por dos estaciones acelerográficas ubicadas en la ciudad de Huancayo, tanto en la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) y en la sede departamental del Servicio de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), denominada SCHYO (CEOIS-CISMID, 2026). La distancia epicentral promedio de ambas estaciones es del orden de 18 km, por ello sus registros proporcionan información particularmente relevante para caracterizar el movimiento fuerte generado por el evento.

Los registros tiempo-historia en las direcciones este-oeste, norte-sur y vertical con sus correspondientes valores de aceleración máxima (PGA), así como los espectros de Fourier y de respuesta para las estaciones UNCP y SCHYO se muestran en la Figura 3. Tal y como se observa, existe una evidente atenuación de los valores de PGA para mayores distancias epicentrales. Por otro lado, el registro en SCHYO concentra mayor energía en periodos relativamente cortos, mientras que la estación UNCP para periodos en el amplio rango entre 0.30 s y 0.80 s. Preliminarmente, esta diferencia puede atribuirse a condiciones locales de los depósitos de suelo donde estas se encuentran emplazadas. Para el momento de elaboración del presente informe, solo se cuenta con información de la velocidad promedio de velocidades de ondas de corte en los primeros 30 m (V_{s30}) de la estación SCHYO, la cual corresponde a aproximadamente 480 m/s (GEORYS, 2021). En aras de una comprensión global de estas diferencias espectrales reportadas, se sugiere la adecuada caracterización sísmica de la estación UNCP mediante ensayos geofísicos.

Los registros anteriores constituyeron una primera referencia instrumental de la severidad del movimiento sísmico en la ciudad de Huancayo. Sin embargo, las localidades que presentaron los daños más severos se encontraban considerablemente más próximas al epicentro. De acuerdo con los reportes preliminares de medios de comunicación, autoridades locales y el

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), la afectación se concentró principalmente en edificaciones vulnerables de adobe ubicadas en diversos sectores de la provincia de Chupaca. El reporte complementario del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional de INDECI (2026) reportó viviendas colapsadas, afectaciones en establecimientos de salud e instituciones educativas, además de interrupciones en servicios básicos y, lamentablemente, seis víctimas humanas.

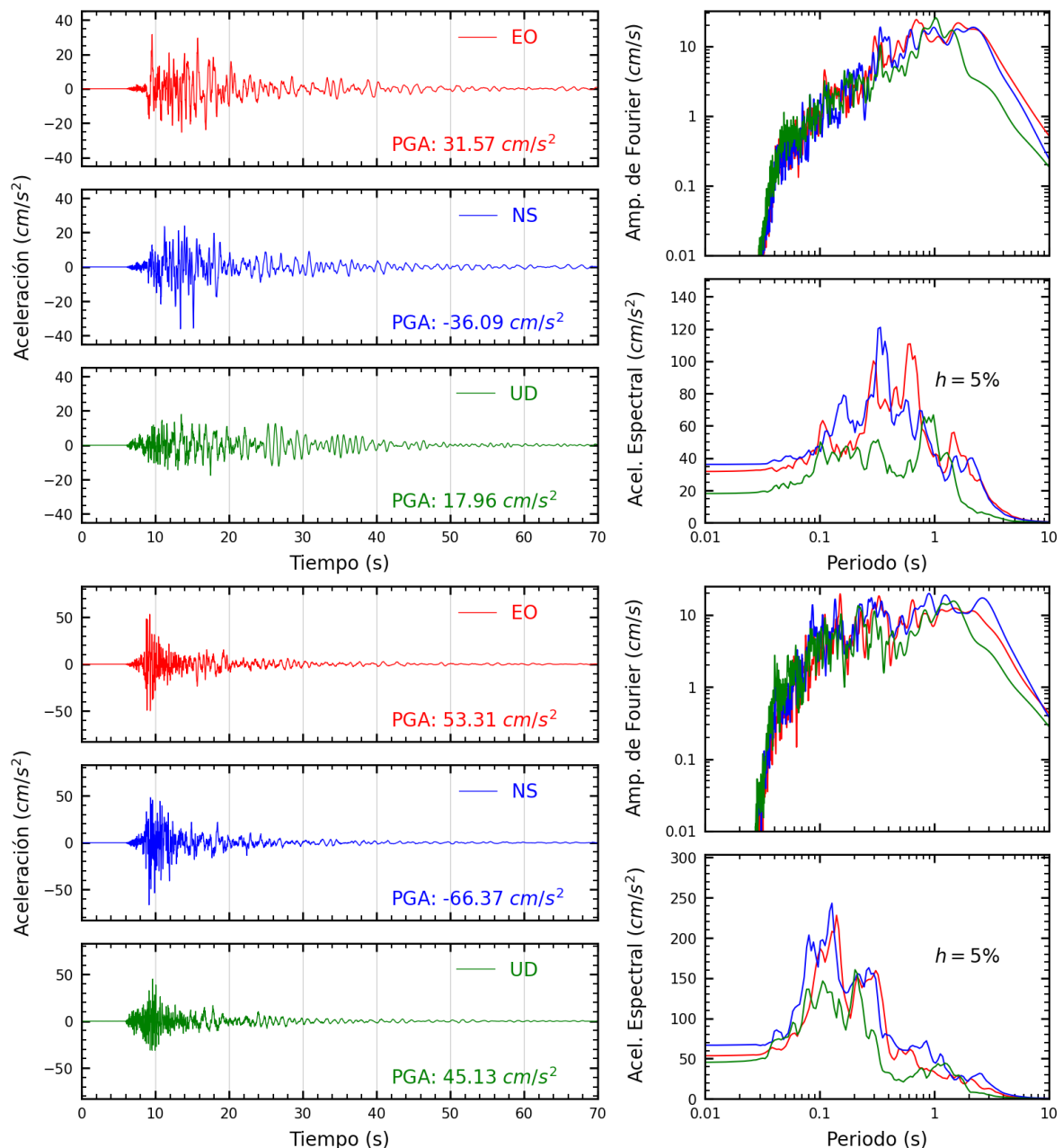


Figura 3 Registros tiempo-historia, espectros de Fourier y de respuesta correspondientes al evento del 18/07/2026 de Chupaca (M5.4) correspondiente a las estaciones (superior) UNCP y (inferior) SCHYO

Sobre la base de dicha información, complementada con información obtenida por el Colegio de Ingenieros del Perú y la Universidad Nacional del Centro del Perú, se seleccionaron el anexo de Pumpunya, ubicado aproximadamente a 4.5 km del epicentro y donde se reportó la mayor concentración de daños, y el distrito de Chongos Bajo, aproximadamente a 6.75 km, como zonas prioritarias para el reconocimiento post-sismo. Así, los días 21 y 22 de julio de 2026, un equipo multidisciplinario de nueve investigadores del CISMID realizó trabajos de campo destinados al reconocimiento de daños, levantamiento de daños con sensores remotos, evaluación de infraestructura y caracterización del movimiento del suelo.

2.3. Mediciones puntuales de microtemores

Como parte de las actividades de caracterización de las condiciones dinámicas del suelo, se realizaron mediciones de vibraciones ambientales (microtemores) en el anexo de Pumpunya y el distrito de Chongos Bajo, dos de las zonas con mayor afectación. Las mediciones tuvieron una duración aproximada de 20 minutos por punto y fueron realizadas empleando sensores triaxiales de velocidad SmartSolo IGU-BD3C-5 y GeoBox-10 (Figura 4).



Figura 4 (izquierda) SmartSolo IGU-BD3C-5, (derecha) Geobox-10

Los registros obtenidos fueron analizados empleando la técnica de relaciones espectrales horizontal/vertical (H/V), o también conocida como Nakamura (1989), con el objetivo de estimar los periodos fundamentales del suelo. Así, se empleó la siguiente ecuación, donde S_{NS} , S_{EW} y S_V son los espectros de Fourier de las componentes NS, EW y vertical.

$$H/V = \frac{\sqrt{S_{NS}^2 + S_{EW}^2}}{S_V}$$

Este espectro H/V presenta, en teoría, un máximo en el periodo fundamental del suelo. Generalmente, para una correcta interpretación del valor de periodo, la curva muestra un pico bien definido por valle-cresta-valle. Estos picos son más definidos en suelos formados por depósitos blandos, mientras son más anchos en suelos duros o intermedios, o compuestos de materiales heterogéneos. Asimismo, la existencia de múltiples contrastes de impedancia, geometrías bidimensionales o tridimensionales y fuentes transitorias de ruido pueden producir curvas complejas o múltiples máximos. Por esta razón, las recomendaciones del proyecto

SESAME (2004) y Molnar et al. (2018, 2022) enfatizan la evaluación de la estabilidad temporal de los picos, las condiciones de medición y la integración de los resultados H/V con información geológica y geofísica adicional. A continuación, se detallan los trabajos de campo y resultados obtenidos para el anexo de Pumpunya y el distrito de Chongos Bajo.

2.3.1. Anexo de Pumpunya

Se realizaron cuatro mediciones puntuales de microtemores en el anexo de Pumpunya, denominados MP01, MP02, MP03 y MP04, sus ubicaciones se definieron buscando abarcar las zonas de daño encontradas y posibles variaciones espaciales de respuesta dinámica. La Figura 5 presenta la ubicación de las mediciones

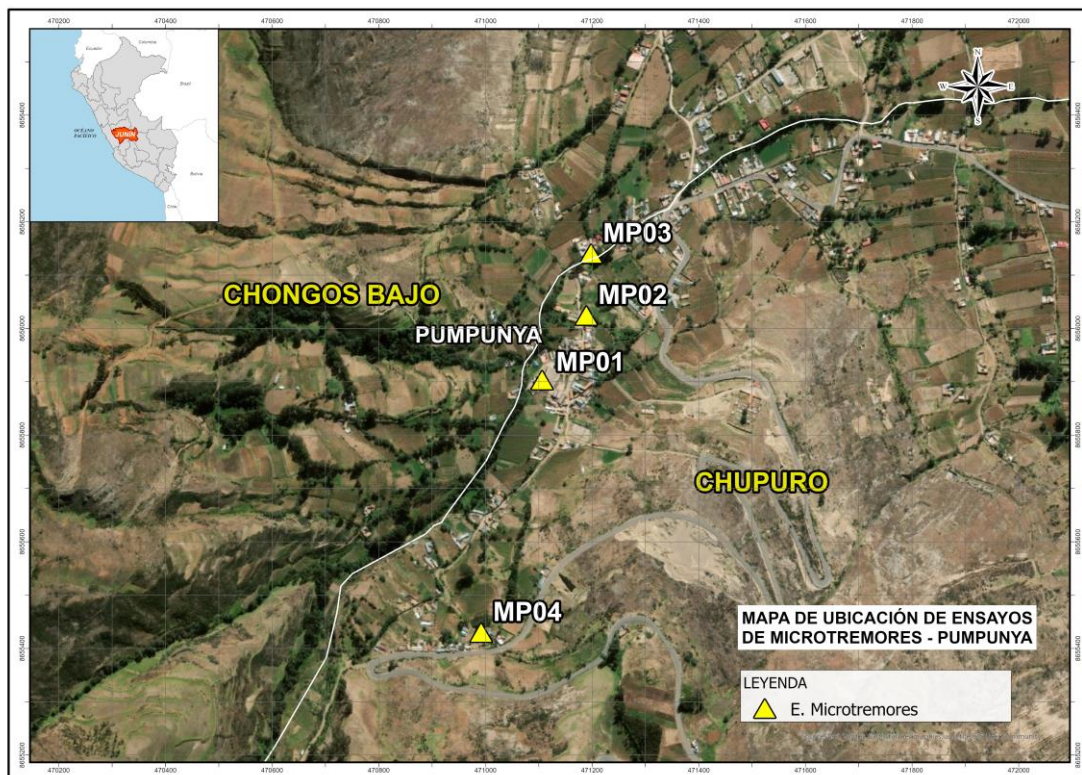


Figura 5 Ubicación de mediciones de microtemores en el anexo de Pumpunya

La Figura 6 muestra vista fotográficas de la ejecución de cada punto, mientras que la Figura 7 los correspondiente espectros H/V. Para el caso de MP01, se identificó un pico definido asociado a un periodo de aproximadamente 0.25 s, mientras que en MP03 fue posible estimar un periodo de 0.38 s. Estos resultados sugieren cierta heterogeneidad espacial de las características dinámicas de los suelos superficiales en el anexo de Pumpunya. En ese sentido, se requeriría complementar estos resultados con ensayos de ondas superficiales y exploraciones geotécnicas directas. Por otro lado, en los puntos MP02 y MP04 no fue posible identificar un valor confiable de periodo fundamental del suelo. Cabe mencionar que durante las mediciones se venían realizando simultáneamente trabajos de remoción de escombros y de atención de la emergencia por parte de las autoridades competentes. Estas fuentes transitorias pudieron afectar la estacionariedad del ruido ambiental lo que dificultó la elección

final de ventanas correspondientes a fuente pasiva y, como tal, la definición de periodos para estos dos últimos puntos. La

Tabla 2 resume las coordenadas y los valores de periodo estimados en el anexo de Pumpunya.



Figura 6 Fotografías de mediciones de microtremores en el anexo de Pumpunya

Tabla 2 Coordenadas y periodos del suelo estimados de las mediciones de microtremores en el anexo de Pumpunya

Punto	Latitud (°)	Longitud (°)	Periodo (s)
MP01	-12.1585	-75.2656	0.25
MP02	-12.1574	-75.2648	---
MP03	-12.1564	-75.2647	0.38
MP04	-12.1628	-75.2666	---

2.3.2. Distrito de Chongos Bajo

En el distrito de Chongos Bajo se realizaron tres mediciones puntuales de microtremores, identificadas como MC01, MC02 y MC03, los cuales se concentraron principalmente alrededor de la plaza principal del distrito, así como en la Iglesia Matriz

de Santiago León. La distribución espacial de dichos puntos se presenta en la Figura 8, mientras que las fotografías de campo se observan en la Figura 9.

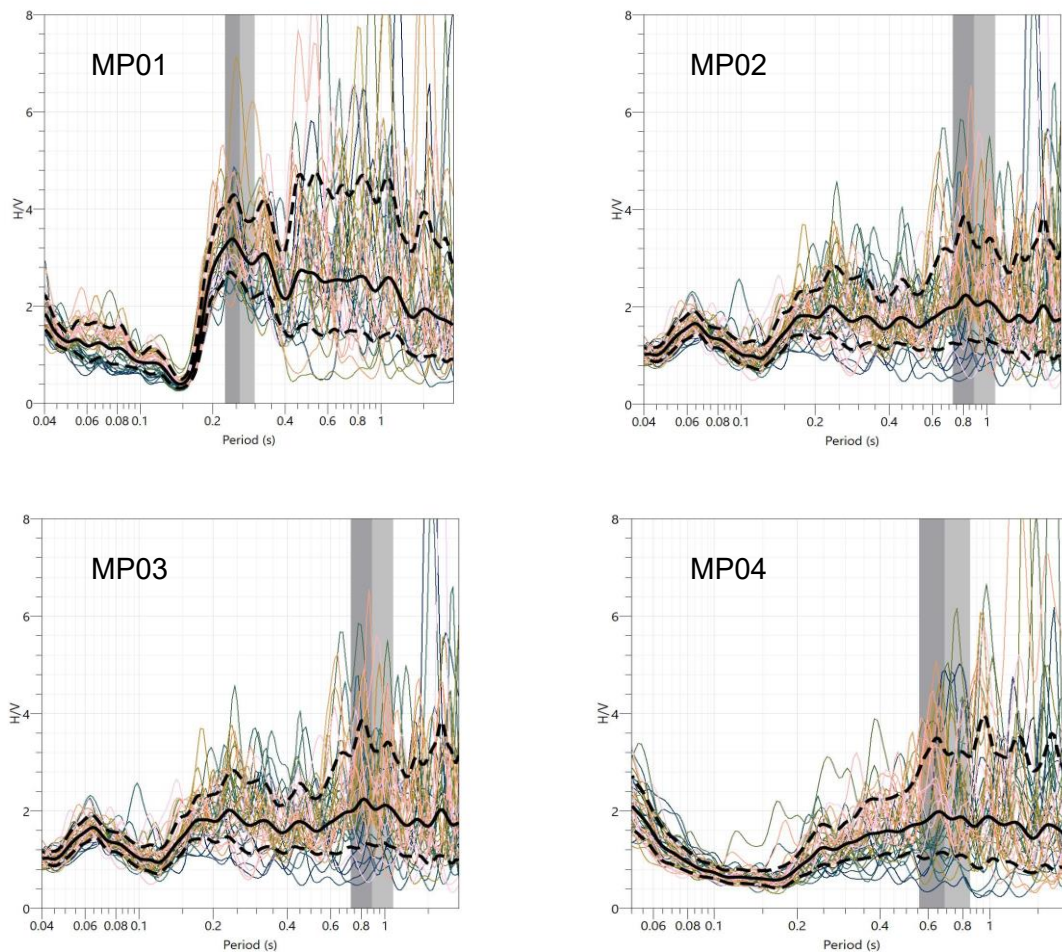


Figura 7 Espectros H/V de microtremores ejecutados en el anexo de Pumpunya

A diferencia de lo observado en las mediciones en el anexo de Pumpunya, las curvas obtenidas en Chongos Bajo muestran picos claramente identificables que sugieren un contraste de impedancia importante que controla la respuesta sísmica de los suelos (Figura 10). En ese sentido, en los espectros H/V de los puntos MC01 y MC03 se observan picos para valores de 0.41 s y 0.48 s, respectivamente. Por otro lado, el punto MC02 presenta una configuración más compleja, con dos picos significativos, uno en 0.15 s y otro en 0.50 s, representando dos contrastes de impedancia a nivel superficial y profundo, respectivamente. Ante ello, es necesario complementar las mediciones realizadas con estudios posteriores que permitan la estimación de perfiles de velocidades de ondas de corte y exploraciones directas. Finalmente, la Tabla 3 presenta la información de coordenadas y periodos estimados de las mediciones de vibraciones ambientales ejecutadas en el distrito de Chongos Bajo.

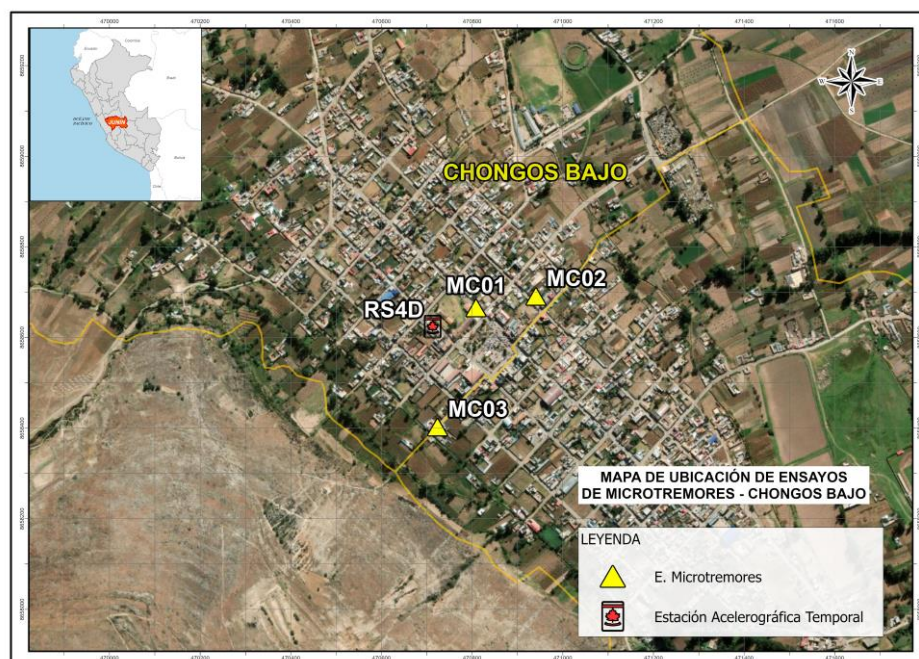


Figura 8 Ubicación de las mediciones puntuales de microtremores ejecutadas en el distrito de Chongos Bajo



Figura 9 Fotografías de ejecución de mediciones de microtremores en el distrito de Chongos Bajo

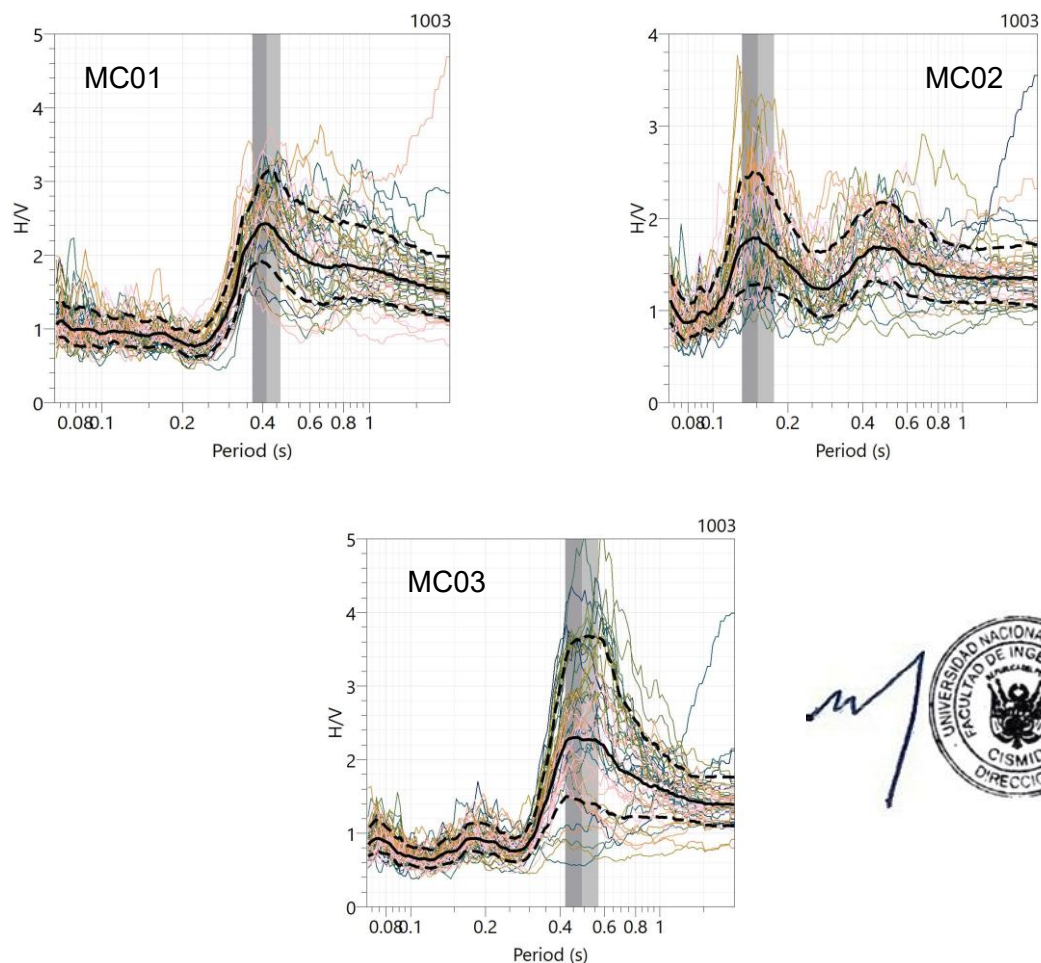


Figura 10 Espectros H/V de las mediciones de microtremores ejecutadas en el distrito de Chongos Bajo

Tabla 3 Coordenadas y periodos del suelo estimados de las mediciones de microtremores en el distrito de Chongos Bajo

Punto	Latitud (°)	Longitud (°)	Periodo (s)
MC01	-12.1335	-75.2683	0.41
MC02	-12.1333	-75.2671	0.15, 0.50
MC03	-12.1359	-75.2691	0.48

2.4. Registros y análisis de réplicas

La ocurrencia de réplicas luego del evento principal del 18 de julio en Chupaca representó una oportunidad única para capturar y estudiar parámetros de intensidad en zonas más cercanas al epicentro. Bajo esa perspectiva, el 22 de julio el equipo técnico decidió instalar un acelerógrafo triaxial *low-cost* Raspberry Shake 4D, de código R7D84, en el primer y único nivel en una vivienda unifamiliar en el distrito de Chongos Bajo.

Raspberry Shake 4D integra un sensor de velocidad de componente vertical y un acelerómetro MEMS triaxial. Para la instalación realizada en Chongos Bajo, el instrumento fue correctamente nivelado y orientado antes del inicio de la adquisición. Asimismo, su conexión a internet permitió la transmisión continua de información y la posterior recuperación para el procesamiento de los registros de formas de onda. La Figura 11 muestra la instalación desarrollada durante la presente campaña.

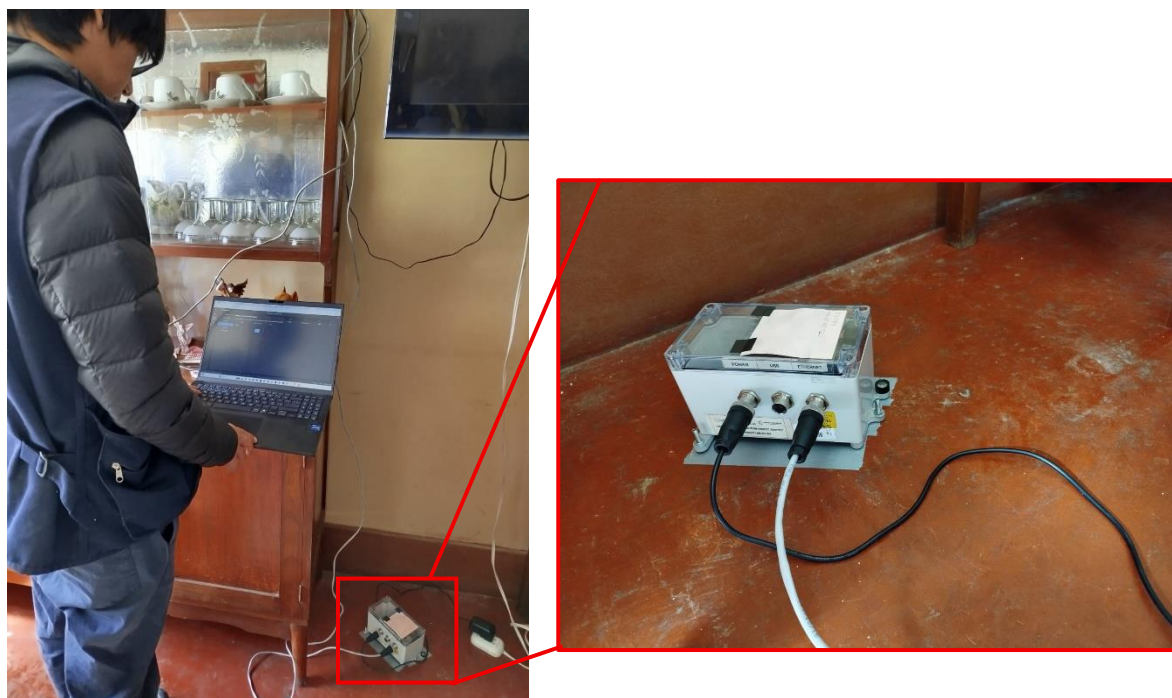


Figura 11 Instalación de acelerógrafo Raspberry Shake 4D en una vivienda en el distrito de Chongos Bajo

Hasta el 18 de agosto de 2026, el IGP ha reportado 25 réplicas con magnitudes comprendidas entre 3.3 y 5.0, siendo 22 registradas por la estación UNCP, 07 por la estación SCHYO, ambas en la ciudad de Huancayo, y 19 por la estación R7D84 en Chongos Bajo. La distribución de epicentros de las réplicas puede observarse en la Figura 12. La Tabla 4 resume los valores de aceleraciones máximas (PGA) registradas en las tres estaciones para el evento principal y réplicas a partir de las señales sísmicas corregidas por línea base y filtradas usando una pasa banda entre 0.04 s y 10 s. Los registros muestran diferencias importantes entre la estación temporal R7D84 en Chongos Bajo y las ubicadas en la ciudad de Huancayo, los cuales pueden asociarse inicialmente a una marcada atenuación de la energía liberada, característica importante de eventos corticales superficiales, como los correspondientes al sistema de fallas de Altos del Mantaro.

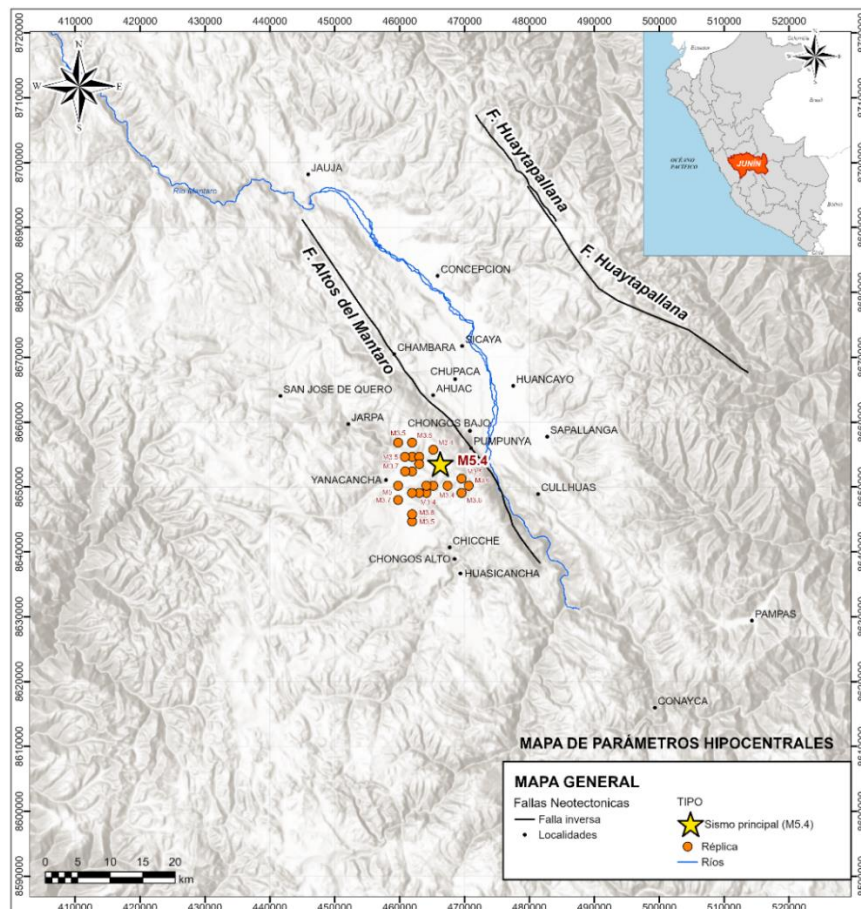


Figura 12 Distribución de réplicas producto del evento principal de Chupaca del 18/07/2026

Asimismo, se calcularon los espectros de respuesta para 5 % de amortiguamiento elástico para los 19 registros de réplicas de la estación R7D84. Como se observa en la Figura 13, los componentes horizontales presentan los mayores valores de aceleración espectral entre 0.10 s y 0.20 s, indicando así una demanda elevada para estructuras de periodo corto, el cual resulta de especial interés dada la proporción de edificaciones de adobe de uno y dos pisos afectadas y colapsadas en el anexo de Pumpunya y el distrito de Chongos Bajo. Además, esta concentración de altas aceleraciones espectrales se da principalmente para valores de periodo correspondientes al primer máximo identificado para el punto de medición de microtemores MC02 (0.15 s). La coincidencia entre ambos resultados constituye evidencia independiente de una característica dinámica local en el rango de periodos cortos, aunque cabe mencionar que, para el caso de réplicas de mayor magnitud, empieza a tomar relevancia también el segundo pico identificado alrededor de 0.50 s. Esto puede verificarse a partir de la estimación de periodos predominantes empleando la metodología de Hassani & Atkinson (2016) aplicada para espectros de respuesta de registros sísmicos (Figura 14). Así, se observa que existe una diferencia importante en la respuesta entre las estaciones SCHYO y UNCP para periodos largos y confirma los dos picos predominantes observados en la medición MC02. Mientras que el análisis H/V identifica una frecuencia característica a partir

del campo de vibraciones ambientales, los espectros de las réplicas muestran que el movimiento sísmico real contiene una demanda significativa dentro del mismo intervalo. En conclusión, los registros tanto del evento principal del 18 de julio de 2026, como las mediciones de microtemores y el monitoreo de réplicas demuestran que el sismo de Chupaca constituyó un evento cortical superficial capaz de generar niveles significativos de movimiento en zonas próximas a la falla Altos del Mantaro, provocando el colapso de viviendas y lamentables pérdidas materiales y de seis vidas humanas. Asimismo, los resultados encontrados hacen necesaria la inclusión de caracterizar el peligro sísmico del Valle del Mantaro considerando no únicamente eventos de subducción, sino también la potencial contribución de fuentes corticales cercanas a zonas urbanas y rurales.

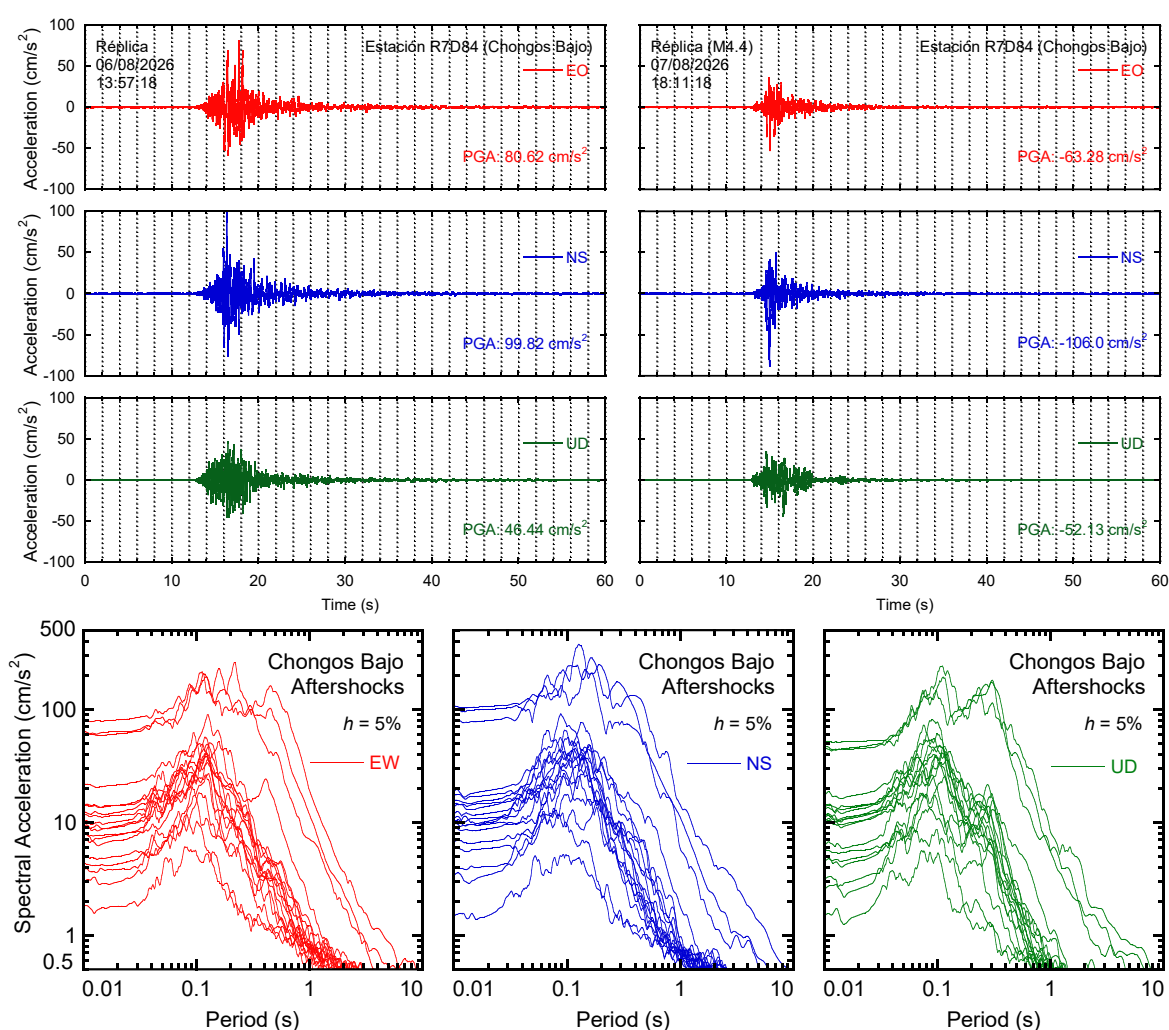


Figura 13 Acelerogramas y espectros de respuesta de las réplicas registradas en la estación temporal R7D84 en Chongos Bajo

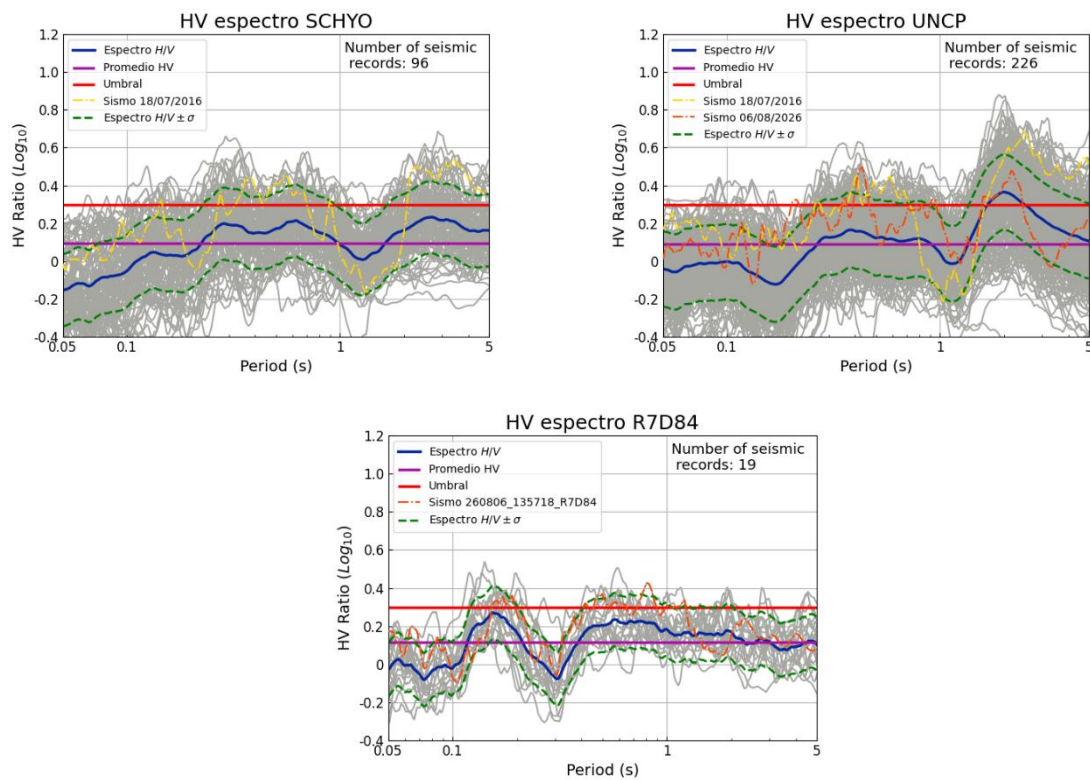


Figura 14 Espectros H/V para acelerogramas aplicando la metodología de Hassani & Atkinson (2016)





Tabla 4 Aceleraciones máximas obtenidas en las estaciones SCHYO, UNCP y R7D84 del sismo principal del 18 de julio de 2026 en Chupaca y sus subsecuentes réplicas.

El color amarillo resalta las mayores aceleraciones registradas

Nro.	Magnitud	Latitud (°)	Longitud (°)	Prof. (km)	Fecha y hora local	PGA - SCHYO (gal)			PGA - UNCP (gal)			PGA - R7D84 (gal)		
						EW	NS	UD	EW	NS	UD	EW	NS	UD
E.P.	5.4	-12.18	-75.31	9.5	18/07/2026 21:24:34	53.31	-66.37	45.13	31.57	-36.09	17.96	---	---	---
1	3.7	-12.17	-75.35	18	18/07/2026 21:41:37	-5.77	13.32	7.70	2.42	-2.52	2.66	---	---	---
2	3.4	-12.17	-75.34	10	20/07/2026 04:39:52	---	---	---	0.09	0.08	-0.10	---	---	---
3	3.4	-12.21	-75.3	9	20/07/2026 06:35:32	---	---	---	-0.12	0.11	0.11	---	---	---
4	3.4	-12.16	-75.32	10	20/07/2026 21:45:27	---	---	---	0.04	-0.05	0.05	---	---	---
5	3.5	-12.15	-75.35	10	21/07/2026 02:24:54	---	---	---	0.62	0.78	0.49	---	---	---
6	3.5	-12.18	-75.34	9	21/07/2026 11:14:54	---	---	---	1.37	1.03	-0.94	---	---	---
7	3.6	-12.21	-75.27	9	22/07/2026 11:15:21	---	---	---	2.08	2.22	2.16	-9.27	-17.37	-14.10
8	3.5	-12.15	-75.37	9	22/07/2026 17:55:37	---	---	---	0.27	-0.32	-0.24	11.54	9.92	-6.32
9	3.5	-12.2	-75.28	12	23/07/2026 16:51:17	---	---	---	0.50	-0.31	0.29	4.27	6.78	4.88
10	3.5	-12.19	-75.35	9	27/07/2026 21:14:36	---	---	---	-0.52	0.47	-0.41	6.91	13.89	11.52
11	3.4	-12.22	-75.33	9	27/07/2026 21:58:41	---	---	---	0.30	0.17	0.16	3.83	-4.05	3.16
12	3.4	-12.21	-75.32	10	28/07/2026 23:01:04	---	---	---	0.29	0.21	0.22	2.96	3.43	2.57
13	3.7	-12.21	-75.33	10	29/07/2026 22:44:27	---	---	---	1.26	1.04	0.76	21.37	-14.76	-13.77
14	3.5	-12.17	-75.36	12	31/07/2026 04:53:28	---	---	---	1.35	-1.19	0.96	-12.28	-19.07	-11.17
15	5.0	-12.21	-75.37	9	06/08/2026 13:57:18	---	---	---	-8.98	10.25	5.97	80.62	99.82	46.44
16	3.5	-12.26	-75.35	9	06/08/2026 14:32:31	---	---	---	-0.53	0.4	0.56	5.01	-5.88	4.54
17	3.6	-12.22	-75.28	9	07/08/2026 07:10:33	---	---	---	-1.16	1.04	1.18	7.71	-10.94	10.24
18	4.4	-12.22	-75.34	11	07/08/2026 18:11:18	-21.73	-27.88	-18.39	11.09	9.13	-7.15	-63.29	-106.00	-52.13
19	3.7	-12.23	-75.37	10	07/08/2026 19:06:33	-2.4	-3.82	2.2	-0.67	-0.54	0.66	9.10	-9.64	11.53
20	3.8	-12.25	-75.35	10	08/08/2026 21:02:35	-3.36	-4.86	-2.87	0.89	-1.02	0.96	14.14	-12.02	17.58
21	4.3	-12.22	-75.35	11	08/08/2026 23:05:39	15.81	-29.63	15.16	4.75	-5.55	-2.73	60.53	79.48	44.87
22	3.7	-12.19	-75.36	12	09/08/2026 03:26:40	-3.96	-5.29	-2.74	1.13	1.1	-0.92	10.13	-10.25	13.11
23	3.5	-12.22	-75.33	11	15/08/2026 00:11:24	---	---	---	---	---	---	7.88	-8.76	-5.66
24	3.3	-12.25	-75.33	10	15/08/2026 04:54:30	---	---	---	---	---	---	1.81	-1.49	1.51
25	3.5	-12.15	-75.38	9	17/08/2026 23:54:34	1.43	2.52	1.79	---	---	---	-14.18	15.63	10.08

*E.P.: Evento principal



3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL

3.1. Levantamiento de información con RPAS, LiDAR e imágenes de 360°

3.1.1. Ubicación

Las áreas de levantamiento de información comprenden los centros poblados de Pumpunya, plaza central de Chongos Bajo y la Iglesia Apóstol Santiago pertenecientes al distrito de Chongos Bajo (Figura 15).

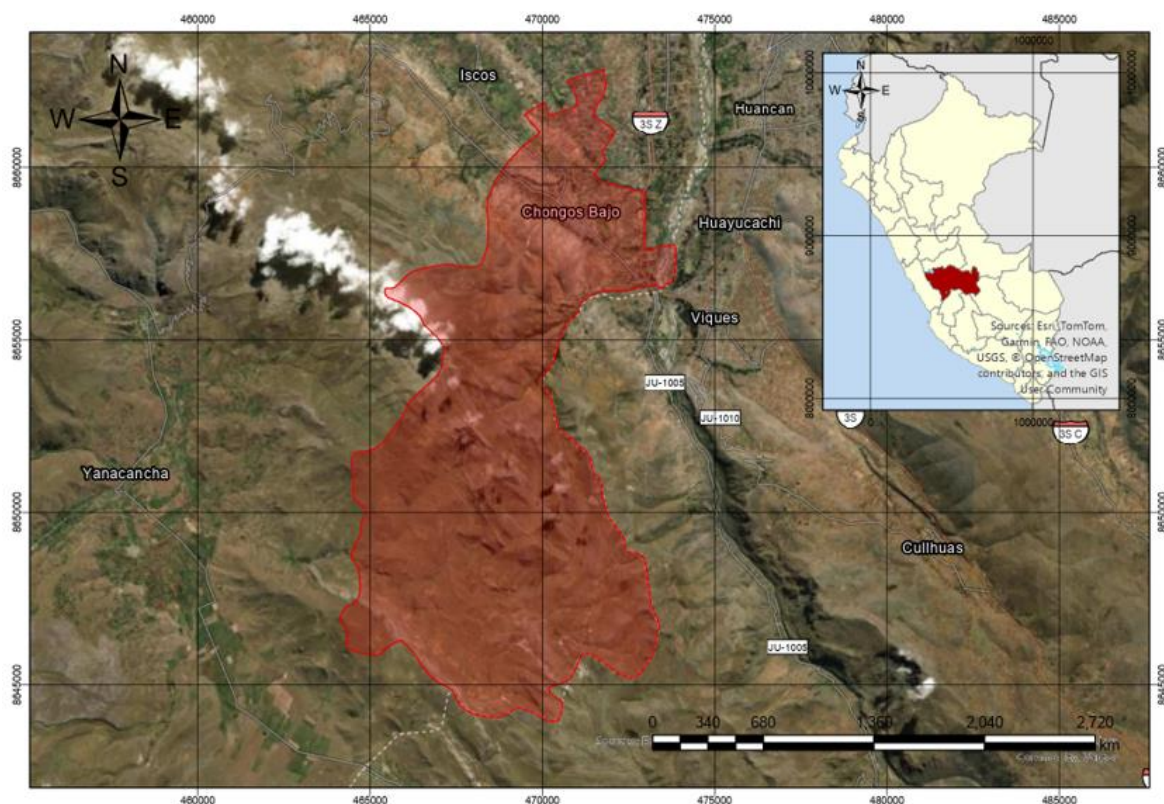


Figura 15 Ubicación del distrito de Chongos Bajo.

3.1.2. Trabajo de Campo

Equipos

Se utilizaron equipos de sensoramiento remoto entre los cuales tenemos un dron DJI Matrice 4E con sensor óptico de alta resolución, un dron DJI Matrice 400 con un sensor Zenmuse L2 LiDAR, un sensor FJD Trion P2 LiDAR portable, cámara Insta360 X5. En la Tabla 5 se puede observar los principales productos digitales que se puede obtener de cada sensor.

Tabla 5. Tabla resumen de equipos usados

Tecnología	Información obtenida	Productos digitales
Dron – sensor óptico	Fotografías aéreas	Ortomosaicos, modelos 3D, documentación visual
Dron – sensor LiDAR	Nube de puntos 3D	Modelo de terreno y edificaciones
LiDAR de mano	Nube de puntos de alta densidad	Fachadas, interiores y detalle de edificaciones
Cámara 360°	Registro panorámico	Inspección visual del entorno

Planificación y ejecución de levantamiento de información

Plan de vuelo de Chongos Bajo

El plan de vuelo en Chongos Bajo, el cual se muestra en la Figura 16 , permitió cubrir el ámbito urbano de interés, generando imágenes aéreas para la posterior obtención de productos fotogramétricos.



Figura 16 Vista desde el mando de control del plan de vuelo fotogramétrico (Chongos Bajo)

Plan de vuelo fotogramétrico en Plaza de Pumpunya

El levantamiento fotogramétrico en Pumpunya se orientó a documentar el estado del centro poblado y su entorno inmediato, priorizando la cobertura de viviendas, vías y espacios públicos afectados. La Figura 17 muestra el plan de vuelo efectuado en esta localidad.



Figura 17 Vista desde el mando de control del plan de vuelo fotogramétrico en (Pumpunya)

Sensoramiento con LiDAR aéreo

El sensoramiento con LiDAR aéreo permitió capturar información tridimensional georreferenciada de la zona, incluyendo terreno, edificaciones y elementos superficiales. La Figura 18 muestra esta captura de información desde el mando de control. Esta información resulta fundamental para la generación de modelos de superficie y nubes de puntos de alta utilidad técnica.

3.1.3. Trabajo de Gabinete

Software de procesamiento

Para el procesamiento de la información geoespacial recolectada se emplearon herramientas especializadas en fotogrametría y geoprocesamiento. El procesamiento



tuvo como criterio principal conservar la consistencia geométrica de los productos, depurar puntos no representativos y preparar insumos que puedan ser utilizados en análisis técnico, visualización, medición, integración con sistemas de información geográfica y seguimiento posterior de daños.



Figura 18 Vista desde el mando de control del sensoramiento LiDAR.

Resultados

Como resultado del trabajo de campo y oficina se obtuvieron productos digitales orientados a la documentación post sismo. Estos insumos permiten representar la zona afectada desde distintas escalas: visión aérea general, lectura de superficie, reconstrucción tridimensional y detalle mediante nubes de puntos.



Ortomosaicos

Los ortomosaicos generados y que se muestran en la Figura 19 y Figura 20, permiten una lectura continua y georreferenciada del área levantada, facilitando la identificación de edificaciones, vías, espacios públicos y zonas afectadas.



Figura 19 Ortomosaico de Chongos Bajo





Figura 20 Ortomosaico de Pumpunya

Modelo Digital de Superficie (DSM)

Los modelos digitales de superficie, mostrados en la Figura 21 y Figura 22, representan la geometría superior del terreno y de los objetos presentes sobre él, incluyendo edificaciones, vegetación y elementos urbanos. Estos productos son útiles para reconocer variaciones de altura y analizar la configuración espacial del entorno afectado.



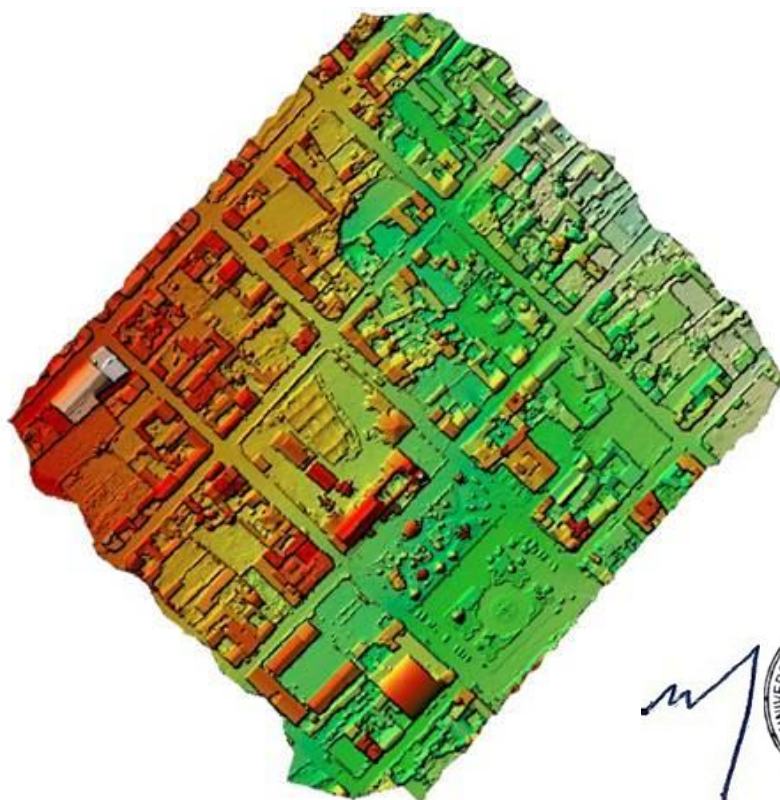


Figura 21 Modelo Digital de Superficie de Chongos Bajo.

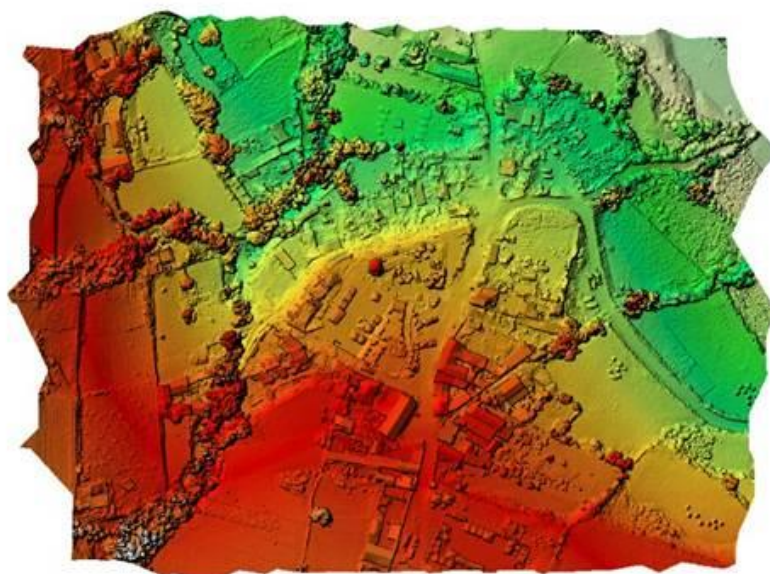


Figura 22 Modelo Digital de Superficie de Pumpunya.

Modelo 3D

Los modelos 3D permiten visualizar el estado post-sismo de edificaciones y espacios urbanos, facilitando la documentación técnica, la comunicación de resultados y la revisión remota por parte de especialistas. En la Figura 23 y Figura 24 se muestran los modelos 3D de las localidades afectadas.



Figura 23 Modelo 3D de la iglesia Apóstol Santiago, Chongos Bajo.



Figura 24 Modelo 3D de Pumpunya.

Nube de puntos

La nube de puntos constituye un insumo tridimensional de alta densidad que permite realizar mediciones, registrar geometrías complejas y complementar la información obtenida por fotogrametría. Una ejemplificación se muestra en la Figura 25. En particular, el registro mediante escáner láser de mano contribuye a documentar fachadas, interiores y zonas de difícil captura desde el aire.

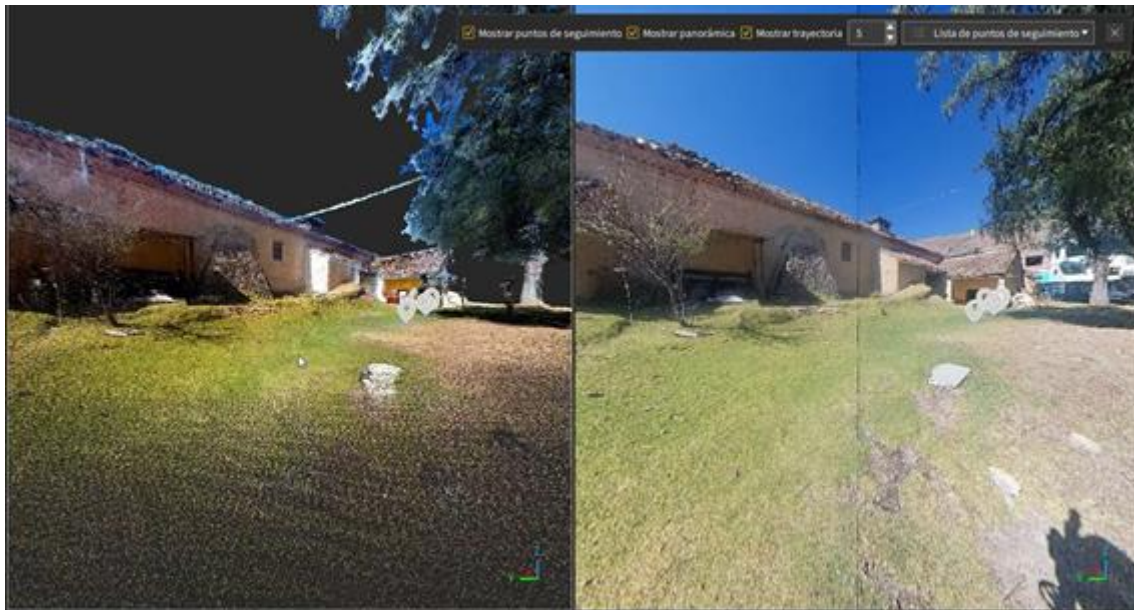


Figura 25 Vista de la nube de puntos de la Iglesia Apóstol Santiago.

3.2. Análisis InSAR

La interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR) permite analizar variaciones de fase entre imágenes radar adquiridas sobre una misma zona en fechas diferentes. Cuando las condiciones geométricas y de coherencia son adecuadas, estas variaciones pueden utilizarse para evaluar cambios relativos en la distancia entre la superficie terrestre y el sensor en la dirección de línea de vista (Line of Sight, LOS). En este informe se analiza el evento sísmico ocurrido en Chupaca, Junín, el 18 de julio de 2026, utilizando imágenes Sentinel-1 adquiridas antes y después del evento en geometrías ascendente y descendente. El procesamiento fue realizado mediante SNAP y SNAPHU, obteniéndose interferogramas de fase envuelta, coherencia, fase desenvuelta y desplazamiento relativo LOS. Asimismo, se trazó un perfil sobre el sector de Pumpunya, donde se identifica la principal anomalía interferométrica observada.

El objetivo es analizar mediante interferometría SAR (InSAR) las variaciones de fase y el desplazamiento superficial asociado temporalmente al sismo ocurrido en Chupaca, Junín, el 18 de julio de 2026, utilizando imágenes Sentinel-1 adquiridas en geometrías ascendente y descendente.

3.2.1. Marco teórico

La interferometría SAR utiliza la diferencia de fase entre dos imágenes adquiridas sobre una misma zona para evaluar variaciones en la distancia entre el terreno y el sensor. La fase interferométrica puede contener contribuciones asociadas a deformación superficial, topografía, atmósfera, errores orbitales y ruido.

La fase interferométrica total no está constituida únicamente por una posible deformación del terreno. También puede contener contribuciones asociadas a la geometría de adquisición, topografía, atmósfera, errores orbitales y ruido, puede expresarse como:

La interferometría diferencial D-InSAR permite estudiar cambios ocurridos entre dos fechas mediante la eliminación de la contribución topográfica estimada a partir de un modelo digital de elevación. La señal residual puede contener variaciones de distancia en la línea de vista del radar, además de efectos atmosféricos, orbitales y ruido, y puede emplearse para analizar fenómenos como terremotos, subsidencia, deslizamientos y actividad volcánica.

3.2.2. Metodología de procesamiento InSAR

El procesamiento se realizó con SNAP y SNAPHU para los pares Sentinel-1 ascendente y descendente. El flujo, el cual se muestra en la Figura 26, incluyó la aplicación de información orbital, selección del área de estudio, coregistro TOPS, generación del interferograma y coherencia, eliminación de la fase topográfica, TOPSAR Deburst y filtrado Goldstein.

Posteriormente, la fase fue exportada a SNAPHU para su desenvolvimiento, importada nuevamente a SNAP, convertida a desplazamiento LOS y geocodificada mediante Terrain Correction. Finalmente, se extrajo un perfil sobre la anomalía identificada en el sector de Pumpunya.

Posteriormente, la fase fue exportada a SNAPHU para su desenvolvimiento, importada nuevamente a SNAP, convertida a desplazamiento LOS y geocodificada mediante Terrain Correction. Finalmente, se extrajo un perfil sobre la anomalía identificada en el sector de Pumpunya.

La información de las imágenes utilizadas para el procesamiento se muestra en la Tabla 6

Tabla 6 Pares Sentinel-1 empleados.

Geometría	Pre-sismo	Evento	Post-sismo	Intervalo
Ascendente	07/07/2026	18/07/2026	19/07/2026	12 días
Descendente	05/07/2026	18/07/2026	29/07/2026	24 días



Figura 26 Flujo del procesamiento interferométrico

3.2.3. Resultados

Interferogramas de fase envuelta

La Figura 27 presenta los interferogramas de fase envuelta correspondientes a las geometrías ascendente y descendente, junto con sus respectivos perfiles A–B. En ambas geometrías se reconoce una anomalía interferométrica espacialmente concentrada al suroeste de Huancayo, cerca de Pumpunya. La anomalía se caracteriza por la presencia de varias franjas interferométricas próximas entre sí, formando un patrón de gradiente elevado.

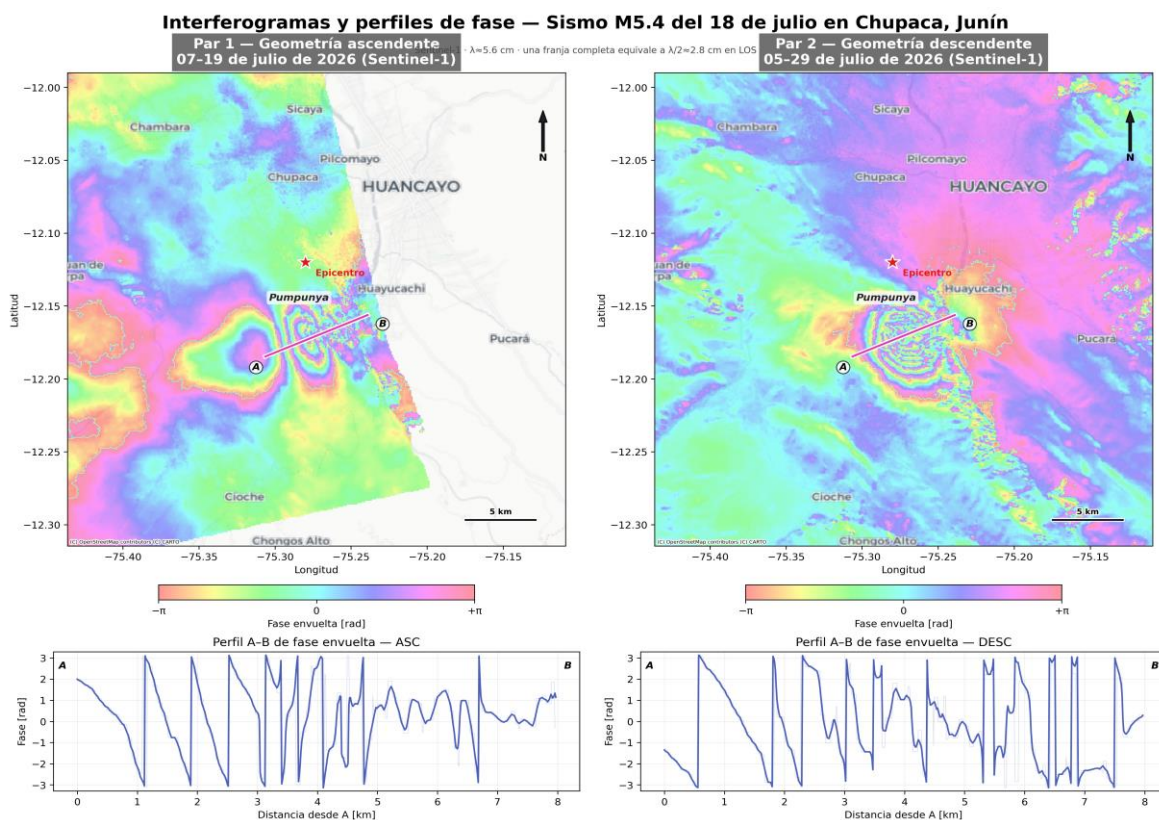


Figura 27 Interferogramas y perfiles de fase correspondientes al sismo de Chupaca, Junín. Geometría ascendente: 07–19 de julio de 2026. Geometría descendente: 05–29 de julio de 2026.

La existencia de franjas bien definidas implica la presencia de variaciones sucesivas de fase entre píxeles adyacentes. Para Sentinel-1, un ciclo completo de 2π corresponde a 2.8 cm aproximadamente en términos de diferencia de distancia radar-superficie.

Análisis del desplazamiento LOS

La Figura 28 presenta los mapas de desplazamiento LOS obtenidos a partir de la fase desarrollada y sus correspondientes perfiles A–B. En ambos mapas se reconoce nuevamente una zona de fuerte gradiente alrededor del sector identificado previamente mediante las franjas interferométricas.

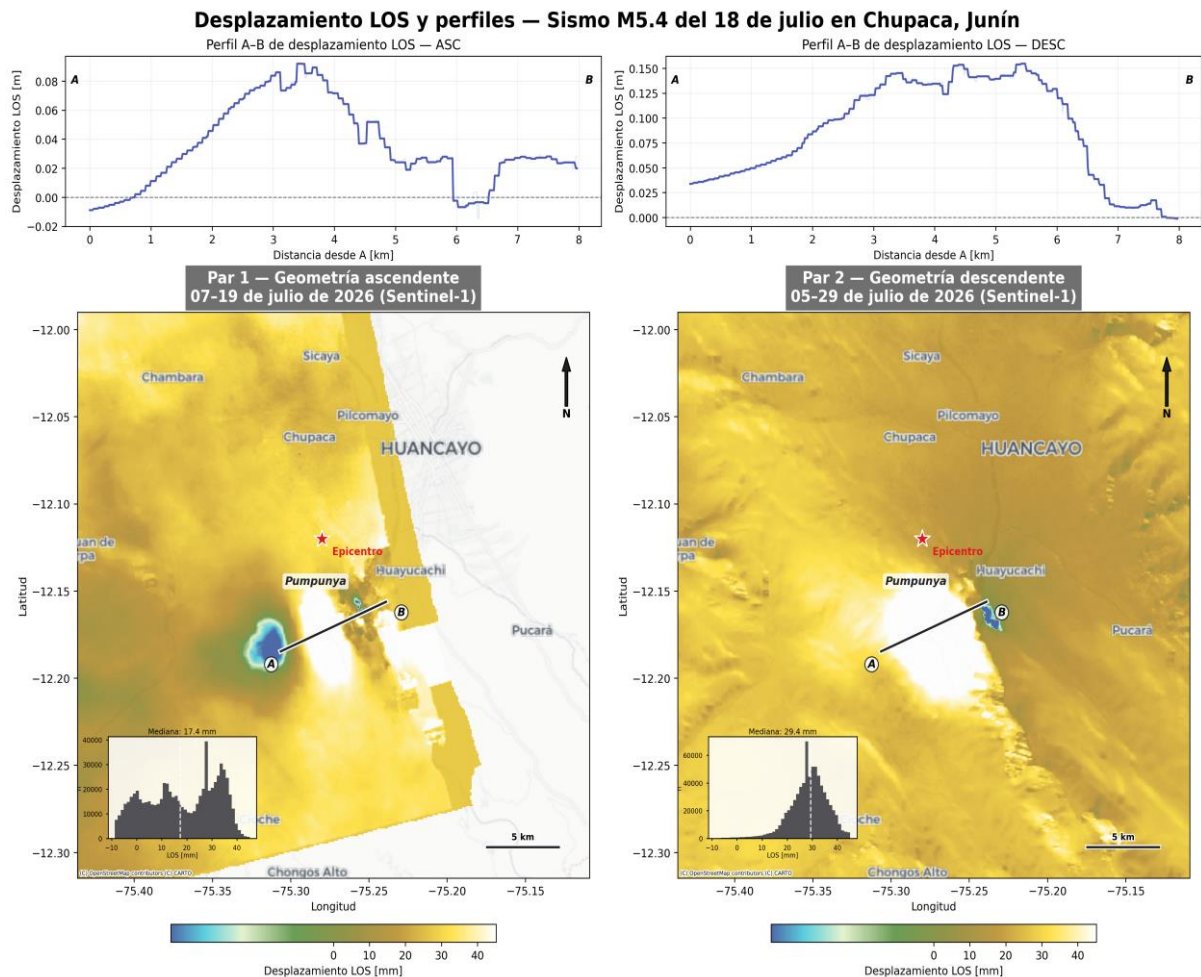


Figura 28 Desplazamiento en línea de vista (LOS) y perfiles A–B derivados de las geometrías ascendente y descendente.

4. DAÑOS OBSERVADOS EN INFRAESTRUCTURA

4.1. Anexo de Pumpunya

El sismo ocasionó daños severos en las edificaciones de tierra, tanto de adobe como de tapial, ubicadas dentro del área afectada. En el sector de Pumpunya, estas tipologías constituyen una parte representativa de las construcciones existentes, debido a que tradicionalmente han representado una alternativa accesible y viable para las familias de la zona. En menor proporción se observaron viviendas construidas con albañilería de ladrillos de arcilla cocida.

Los muros de las edificaciones de adobe y tapial presentan espesores comprendidos aproximadamente entre 0.40 y 0.80 m. Asimismo, los muros interiores y aquellos empleados para la separación de ambientes están constituidos predominantemente por adobe. En las edificaciones inspeccionadas no se observaron elementos de reforzamiento específicamente destinados a mejorar su comportamiento frente a acciones sísmicas.

Desde el punto de vista estructural, estas construcciones se caracterizan por su elevada masa, alta rigidez inicial y limitada capacidad para resistir esfuerzos de tracción y corte, particularmente en ausencia de elementos de confinamiento, refuerzo o conexiones adecuadas entre muros y techos. Como consecuencia, presentan una reducida capacidad de deformación inelástica y un comportamiento predominantemente frágil frente a solicitaciones sísmicas.

La elevada masa de los muros genera, además, fuerzas inerciales significativas durante el movimiento sísmico. Cuando estas demandas exceden la limitada capacidad resistente de la mampostería de tierra, pueden desarrollarse mecanismos de falla de manera rápida, tales como agrietamiento diagonal, separación entre muros ortogonales, fallas fuera del plano y colapsos parciales o totales. La limitada ductilidad de estos sistemas implica que dichas fallas pueden producirse de forma súbita y con escasa capacidad de redistribución de esfuerzos antes del colapso.

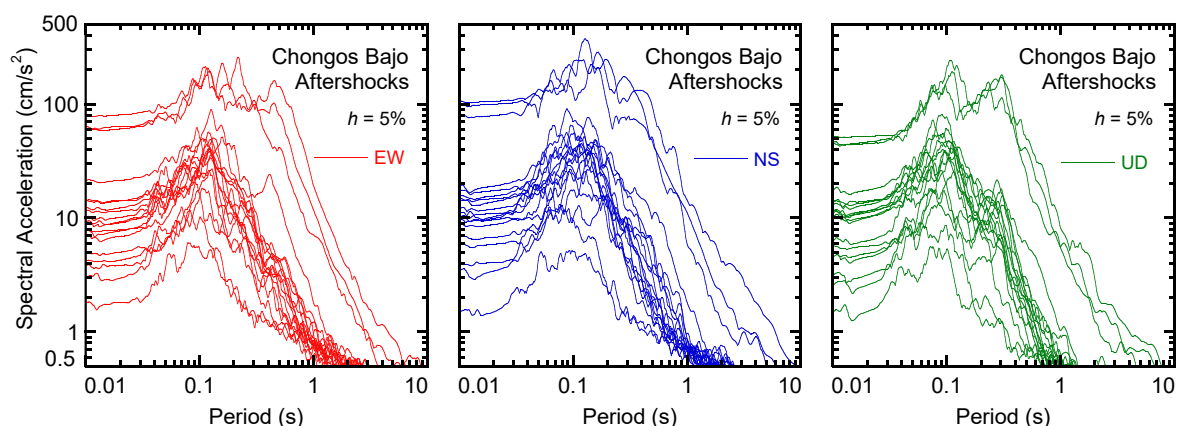


Figura 29 Espectro de respuesta para las direcciones Este-Oeste, Norte-Sur y Vertical de las 19 réplicas registradas en la estación temporal R7D84 en Chongos Bajo.

El análisis del espectro de respuesta de las 19 réplicas registradas en el distrito de Chongos Bajo evidencia una importante amplificación de la demanda en el rango de periodos cortos, aproximadamente entre 0.06 s y 0.30 s como se puede observar en la Figura 29 con aceleraciones espectrales mayores al 20% de la aceleración de la gravedad. Este intervalo y nivel de aceleraciones resulta particularmente relevante para edificaciones de baja altura y rígidas, como muchas de las construcciones de adobe y tapial observadas tanto en Pumpunya como en Chongos Bajo. En consecuencia, las características frecuenciales del movimiento favorecieron la generación de elevadas aceleraciones y fuerzas inerciales sobre este tipo de estructuras, contribuyendo al nivel de daño producidos a las edificaciones durante el sismo, los cuales se detallan a continuación.

Daños en la Iglesia de Pumpunya. - La edificación consiste en una estructura de adobe de dos pisos con cobertura ligera, levantada aproximadamente en el año 1968. Tras el sismo del 18 de julio, presenta daño sísmico concentrado principalmente en el segundo nivel de la fachada. En la Figura 30(a), se observa agrietamiento aproximadamente horizontal a la altura del arranque de los vanos superiores, acompañado de desprendimiento y pérdida localizada de material en ambos extremos de la fachada. Este agrietamiento horizontal en conjunto con el daño en las intersecciones con los muros perpendiculares sugiere una posible pérdida parcial de conexión entre muros ortogonales y el inicio de un mecanismo de falla fuera del plano, tal como se puede observar en la Figura 30(b). Este tipo de falla es típico de las viviendas de albañilería no reforzadas, y se observará de manera frecuente en las estructuras de las secciones posteriores. Asimismo, se observa concentración de daño alrededor de los vanos, particularmente en los arranques de los arcos y en la mampostería existente entre las ventanas. El primer piso presenta comparativamente menor nivel de agrietamiento. La configuración del daño evidencia la vulnerabilidad de la fachada debido a la presencia de múltiples aberturas y a la ausencia aparente de elementos efectivos de amarre, confinamiento y reforzamiento para resistir las fuerzas laterales producto del sismo.



(a) Vista frontal



(b) Vista lateral

Figura 30 Daños observados en la Iglesia de Pumpunya

Según la Norma Técnica Peruana E.080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”, en su artículo 6, inciso 6.7, se indica que las estructuras de tierra reforzada deben “Tener como mínimo una viga collar en la parte superior de cada muro fijada entre sí, así como a los refuerzos, y contruados con un material compatible con la tierra reforzada (madera, caña u otros). Al haber ausencia de este confinamiento, se produce la falla de tipo “desprendimiento” respecto a los muros ortogonales.

4.1.1. Viviendas

A continuación, se mostrará una recopilación de fotografías de las estructuras de vivienda encontradas en el área de Pumpunya, seguidas de una breve descripción del estado observado, condición y posibles mecanismos de falla.



Figura 31 Daño en estructura de albañilería con ladrillos de arcilla cocida sin confinamiento.

La edificación de albañilería de ladrillo de dos niveles mostrada en la Figura 31 presenta daño concentrado principalmente en el primer piso, caracterizado por una gran abertura frontal destinada a la colocación de un portón metálico, la cual reduce significativamente la longitud efectiva de los muros resistentes en esta dirección. En particular, el paño de albañilería ubicado a la derecha del portón presenta agrietamiento diagonal y horizontal, desprendimiento del revestimiento y pérdida localizada de material. Este patrón de daño es compatible con una elevada demanda de corte y una concentración de deformaciones en el primer nivel, favorecidas por la reducida longitud del paño resistente y la ausencia aparente de elementos verticales de confinamiento adecuados en sus bordes.

Cabe destacar que la columna de concreto armado ubicada al lado izquierdo del portón no presenta daños significativos visibles, comportamiento consistente con la mayor capacidad de los elementos adecuadamente confinados para resistir las acciones laterales inducidas por el sismo. Asimismo, la presencia de apuntalamiento provisional bajo la viga superior evidencia la necesidad de estabilización local de este sector después del evento sísmico.

Adyacente a la edificación, en su costado derecho, se observa el colapso parcial de una construcción de tierra, con acumulación de grandes bloques de adobe frente a la fachada. El patrón de daño es compatible con una falla predominantemente fuera del plano, favorecida por la elevada masa de los muros, la baja resistencia a tracción del material y la aparente ausencia de elementos adecuados de amarre entre los diferentes componentes de la edificación.



Figura 32 Daño en estructura de adobe de dos pisos.

La edificación de adobe mostrada en la Figura 32 presenta daño debido al sismo caracterizado por desprendimiento del revestimiento, exposición de las unidades de tierra y agrietamiento de la mampostería, con separación del muro lateral correspondiente al extremo derecho de la fachada, notoria apertura de juntas lo que sugiere una posible pérdida parcial del amarre entre muros ortogonales y el inicio de un mecanismo de falla fuera del plano. Este comportamiento es característico de edificaciones de adobe sin elementos adecuados de confinamiento o amarre, y se ve agravado por la elevada masa de la cubierta de tejas y por el posible deterioro previo, asociado a humedad o erosión en la parte inferior del muro.



Figura 33 Daño en estructura de tapial con sobrecimiento de piedra.

La edificación mostrada en la Figura 33, presenta muros construidos mediante tapial con sobrecimiento irregular de piedra. El daño producido por el sismo se concentra principalmente en la intersección entre muros ortogonales, donde se observa una grieta vertical de gran abertura que se extiende desde la zona de transición con la cimentación hasta la parte superior. Esta discontinuidad evidencia una pérdida significativa de conexión entre los paños y es compatible con el inicio de un mecanismo de falla fuera del plano. En la esquina superior derecha se observa, además, el desplazamiento parcial de un bloque de tapial, indicando pérdida localizada de estabilidad y posible rotación del muro durante el movimiento sísmico. Adicionalmente, se identifica agrietamiento aproximadamente vertical en el interior del paño, que tiende a segmentar el muro en grandes bloques. Esta respuesta observada se encuentra influenciada también por la baja resistencia a tracción del material en sus juntas, la aparente ausencia de elementos de amarre entre muros, la masa asociada a la cubierta de tejas y la discontinuidad existente entre el muro de tapial y el sobrecimiento irregular de piedra. El nivel de daño observado puede considerarse severo a nivel local, existiendo riesgo de desprendimiento o volteo parcial del muro ante movimientos posteriores.



Figura 34 Estado de estructura de albañilería de dos pisos con ladrillos de arcilla cocida con confinamiento.

La situación de la edificación mostrada en la Figura 34 es notoriamente diferente a las anteriormente mostradas. Consiste en una vivienda de dos niveles con muros de albañilería de ladrillo confinado con elementos de concreto armado. A diferencia de las construcciones de tierra observadas en la zona, no se identifican daños estructurales significativos, manteniéndose la integridad de los principales paños de albañilería y de los elementos de concreto armado. La presencia de columnas y vigas de concreto puede haber contribuido favorablemente al comportamiento sísmico, proporcionando confinamiento a los muros y mejorando la transmisión de las fuerzas laterales. No obstante, la edificación presenta una configuración irregular, caracterizada por numerosos vanos de diferentes dimensiones, grandes superficies abiertas con presencia de vidrios, elementos en voladizo y una distribución no uniforme de los muros resistentes, condiciones que podrían producir concentraciones de demanda y efectos torsionales ante movimientos sísmicos de mayor intensidad. Desde la inspección visual exterior, el nivel de daño estructural aparente puede considerarse ligero; sin embargo, se recomienda verificar posibles fisuras en las interfaces entre la albañilería y los elementos de concreto debido a una falta de unión adecuada, así como la continuidad y configuración del sistema resistente.



Figura 35 Daño en estructura de tapial de dos pisos con reforzamiento de malla de acero en una cara.

La edificación de la Figura 35 presenta muros de tapial con daño estructural notorio, caracterizado por agrietamiento vertical y diagonal de gran abertura, y separación entre diferentes segmentos del muro. El daño más significativo se concentra en la intersección entre muros ortogonales, donde se observa una discontinuidad, evidenciando una pérdida importante de conexión entre ambos paños. Esta condición reduce significativamente el arriostramiento transversal del muro y favorece el desarrollo de mecanismos de falla fuera del plano. Una vez deteriorada la conexión entre los paños ortogonales, las aceleraciones perpendiculares a la superficie pueden producir la rotación de estos segmentos, incrementándose significativamente el riesgo de desprendimiento o volteo fuera del plano.

En la parte superior del muro se identifica, además, el desplazamiento relativo de grandes bloques de tapial, delimitados parcialmente por discontinuidades que corresponden a las interfaces entre los bloques de tapial. La apertura de estas juntas evidencia una respuesta sísmica combinada de corte en el plano, deslizamiento entre bloques, separación de muros ortogonales y una leve inclinación fuera del plano. En varios sectores, las grietas atraviesan tanto el revestimiento como el material de tierra subyacente, confirmando que parte importante del daño corresponde al elemento estructural y no únicamente al acabado superficial.

Asimismo, se identifican alambres metálicos delgados colocados superficialmente y anclados en distintos puntos del muro tarrajado, posiblemente asociados a una intervención previa destinada a mejorar la fijación del revestimiento. Estos elementos pueden haber contribuido localmente a retener algunos fragmentos desprendidos; sin

embargo, por su disposición, reducido diámetro y falta de continuidad a través del espesor del muro, no constituyen un sistema de reforzamiento estructural capaz de garantizar la conexión entre paños ni de proporcionar una resistencia sísmica significativa. La presencia de estos alambres, conjuntamente con el revestimiento de mortero de cemento, podrían formar parte de intervenciones anteriores destinadas principalmente a la reparación o conservación superficial de la edificación.

La presencia de una abertura en la parte inferior del muro constituye otra discontinuidad que favorece la concentración de esfuerzos y reduce la longitud efectiva disponible para transmitir las acciones sísmicas. Adicionalmente, no se identifica una viga collar continua que permita mantener unidos los diferentes muros y distribuir adecuadamente las acciones provenientes de la cubierta. La estructura de techo de madera y sus elementos de cobertura transmiten fuerzas inerciales hacia la parte superior de los muros, precisamente donde se observan algunas de las mayores aperturas y desplazamientos.



Figura 36 Daño en estructura de adobe de un piso.

La edificación de la Figura 36 presenta muros de mampostería de adobe sin elementos aparentes de confinamiento o reforzamiento sísmico. El daño se concentra principalmente en el sector derecho del paño, donde se observa una grieta diagonal escalonada de gran abertura que se desarrolla siguiendo las juntas entre unidades. Este patrón es característico de una respuesta por corte en el plano del muro y evidencia que las demandas sísmicas superaron la reducida resistencia a tracción y corte de la mampostería de tierra. Esta separación ha ocasionado una pérdida adherencia y desplazamientos relativos entre unidades de adobe, particularmente en la zona superior derecha, generando la segmentación parcial del muro en bloques con

menor capacidad para transmitir las acciones laterales. La presencia del vano de ventana produce una reducción de la sección resistente y una concentración de esfuerzos en el paño ubicado entre la abertura y el extremo del muro, contribuyendo al desarrollo del mecanismo observado. Asimismo, se identifica agrietamiento aproximadamente vertical hacia el borde derecho, que podría estar asociado a una pérdida parcial de conexión con el muro transversal y al inicio de un mecanismo de inestabilidad fuera del plano. La ausencia aparente de una viga collar y de elementos verticales de amarre, además de la masa de la cubierta de tejas y el posible deterioro previo de algunas juntas, incrementaron la vulnerabilidad de la estructura. El nivel de daño puede calificarse como severo a nivel local, debido a la pérdida de continuidad del muro, aun cuando no se haya producido su colapso total.



Figura 37 Colapso de una estructura de adobe.

La edificación mostrada en la Figura 37 presenta daño estructural severo, caracterizado por el colapso parcial de varios paños de mampostería y de una porción importante de la cubierta. Se observan grandes bloques de adobe desprendidos y desplazados sobre la estructura de techo, así como segmentos de muro que permanecen aislados después de haber perdido la conexión con los paños ortogonales. El patrón de daño es compatible principalmente con un mecanismo de falla fuera del plano, originado por la limitada resistencia a tracción de la mampostería de tierra, la elevada masa de los muros, una posible longitud excesiva y la aparente ausencia de elementos efectivos de amarre en las intersecciones y en la parte superior. La pérdida de estabilidad de los muros ocasionó, a su vez, la pérdida de apoyo y el colapso parcial de la estructura de madera y de la cubierta de tejas. La elevada masa de esta última incrementó las fuerzas inerciales transmitidas a los muros durante el movimiento sísmico. El colapso de algunos paños ha reducido además el arriostramiento de los segmentos remanentes, aumentando su vulnerabilidad frente a

mecanismos adicionales de volteo. El nivel de daño puede considerarse como muy severo, con pérdida significativa de la capacidad resistente y de la estabilidad global de la edificación.

4.1.2. Posta de salud

La edificación corresponde a una construcción de un nivel, cuya configuración general se muestra en la Figura 38(a). El inmueble presenta un sistema estructural constituido predominantemente por muros de albañilería confinada, dispuestos en ambas direcciones principales de la planta. La distribución arquitectónica y la ubicación referencial de los ambientes se presentan en la Figura 38(b).



(a)



(b)

Figura 38 Posta de Salud Pumpunya (a) Vista general de la edificación. (b) Distribución arquitectónica referencial

Se identificaron condiciones de vulnerabilidad asociadas principalmente a la configuración y confinamiento de algunos paños de albañilería. En determinados sectores, los muros no presentan elementos de confinamiento claramente definidos en la totalidad de sus bordes. Esta condición debe ser evaluada considerando los criterios de la Norma Técnica E.070 Albañilería, debido a que la adecuada interacción entre el muro de albañilería, las columnas de confinamiento y las vigas soleras es fundamental para garantizar un comportamiento integral del paño ante acciones sísmicas.

Asimismo, se observaron fisuras diagonales en algunos muros, como se aprecia en las Figura 39(a) y Figura 39(b). La orientación aproximadamente diagonal de estas fisuras es compatible con la aparición de esfuerzos principales de tracción asociados a sollicitaciones de corte en el plano del muro, mecanismo característico de elementos de albañilería sometidos a acciones laterales. La inspección visual disponible no permite, en algunos muros, establecer la profundidad de las fisuras ni determinar si estas atraviesan únicamente el revestimiento o comprometen también las unidades y juntas de mortero, por lo que sería necesario realizar una evaluación detallada para establecer su nivel de daño estructural. Sin embargo, en otros muros, se presenta la

misma fisura en ambas caras de estos, infiriendo que esta ha sido atravesada. Estas se muestran en la Figura 39(a) y Figura 39(b).

En la Figura 39(b) se observa el deterioro y desprendimiento localizado del revestimiento de la losa de techo, así como evidencias de humedad preexistente. Estas patologías pueden reducir la durabilidad de sus materiales y dificultar la identificación visual del daño estrictamente asociado a la acción sísmica.



(a)



(b)

Figura 39 Daños en posta de Salud Pumpunya (a) Fisuración diagonal en muro de albañilería próxima a una abertura. (b) Fisuración diagonal en muro interior y deterioro localizado del revestimiento de la losa de techo.

4.1.3. Instituciones Educativas

Institución Educativa Inicial

La edificación corresponde a una construcción de un nivel, cuya configuración general se muestra en la Figura 40(a). Presenta un sistema estructural mixto de albañilería confinada y elementos de concreto armado.

Durante la inspección se identificaron muros con aberturas y discontinuidades, cuya configuración debe verificarse de acuerdo con los criterios de la Norma Técnica E.070 Albañilería, debido a que pueden generar concentraciones locales de esfuerzos y modificar el comportamiento resistente de los paños ante acciones sísmicas.

Asimismo, se realizó el reconocimiento del refuerzo de algunos elementos de concreto armado, según Figura 40(b), identificándose cuatro barras longitudinales y estribos aproximadamente cada 20 cm. La disposición observada no evidencia una zona de

confinamiento transversal diferenciada, aspecto que debe verificarse respecto a los requisitos de detallado sísmico de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado.

De acuerdo con la inspección visual exterior, incluida la zona mostrada en la Figura 40, no se identificaron daños estructurales visibles atribuibles al evento sísmico. La Figura 40 muestra la inspección realizada para la identificación del refuerzo existente.



(a)



(b)



(c)

Figura 40 Institución Educativa Inicial (a) Vista general. (b). Vista exterior de muro perimetral y zona adyacente a la edificación. (c) Inspección del refuerzo longitudinal y transversal de elemento de concreto armado.

Institución Educativa Inicial

La edificación corresponde a una construcción de dos niveles, con sistema estructural mixto de albañilería confinada y pórticos de concreto armado.

Durante la inspección se identificaron algunos muros sin elementos de confinamiento claramente definidos en la totalidad de sus bordes, condición que debe verificarse de acuerdo con los criterios de la Norma Técnica E.070 Albañilería, debido a su influencia en el comportamiento sísmico de los paños.

Asimismo, en el segundo nivel se observó desprendimiento localizado del material de relleno y/o acabado en la zona superior de un muro, como se aprecia en las Figura 41(b) y Figura 41(c). Este daño corresponde principalmente a un deterioro localizado de componente no estructural o de acabado, sin evidencia visual de afectación significativa de los elementos estructurales principales.

De acuerdo con la inspección realizada, no se identificaron otros daños estructurales visibles atribuibles al evento sísmico.



(a)



(b)



(c)

Figura 41 Institución Educativa Primaria (a) Vista general. (b) Desprendimiento localizado de material de relleno y acabado en la parte superior del muro. (c) Desprendimiento de material y restos de acabado en zona interior del segundo nivel.

Caminos

Durante la inspección se identificaron deslizamientos y pérdida localizada de estabilidad en los bordes de caminos y vías locales, principalmente en sectores próximos a canales, taludes y desniveles del terreno.

Los daños observados comprenden erosión, desprendimiento de material y pérdida parcial del soporte lateral de la vía, generando irregularidades y reducción localizada de la plataforma transitable (Figura 42). Estas condiciones pueden estar asociadas a la combinación de pendientes pronunciadas, suelos poco confinados, humedad y solicitaciones inducidas por el movimiento sísmico.

Se recomienda evaluar la estabilidad de los taludes y bordes afectados, así como implementar medidas de drenaje, contención y restitución del material perdido en los sectores comprometidos.



Figura 42 Caminos (a) Erosión y pérdida localizada de material en borde de camino. (b) Deslizamiento y pérdida parcial de soporte lateral en plataforma próxima a ladera. (c) Irregularidad y erosión superficial en camino local.

Subestación Aérea Monoposte

Durante la inspección visual de las subestaciones aéreas tipo monoposte y sus componentes asociados, no se identificaron daños visibles atribuibles al evento sísmico.

Los postes, crucetas, aisladores, transformadores y conductores inspeccionados no presentaron evidencia aparente de desplazamientos, inclinaciones, desprendimientos o pérdida de estabilidad. Tampoco se observaron afectaciones visibles en los elementos de soporte y conexión (Figura 43).

En función de la inspección realizada, las instalaciones evaluadas mantienen una condición física aparentemente estable.



Figura 43 Subestación Aérea Monoposte. (a) Vista general de subestación aérea tipo monoposte en zona rural. (b) Subestación aérea y red de distribución eléctrica en zona urbana. (c) Vista general de subestación aérea tipo monoposte y elementos asociados.

4.2. Anexo de Chongos Bajo

El sismo ocasionó daños de diferente magnitud en las viviendas inspeccionadas en Chongos Bajo, afectando principalmente edificaciones de adobe y albañilería. Los daños registrados comprendieron desde agrietamientos localizados hasta pérdidas parciales y colapso de muros, dependiendo de las características constructivas y configuración de cada edificación.

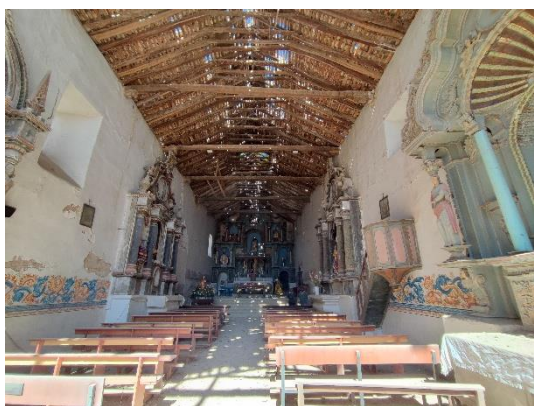
En las viviendas de adobe se identificaron grietas de gran abertura, separación entre muros perpendiculares, pérdida de material y daños en las cubiertas, incluyendo desplazamiento y caída de tejas. Una condición recurrente fue la ausencia de viga collar, limitando el adecuado arriostramiento horizontal y la vinculación entre los muros y la cubierta. En los casos más severos se produjo el colapso parcial de muros de fachada y la caída de escombros hacia la vía pública.



En las viviendas de albañilería, los daños se concentraron principalmente en muros sin adecuado confinamiento y en sectores con aberturas de puertas y ventanas, donde se desarrollaron grietas diagonales y desprendimientos localizados. En algunas viviendas, la inspección interior permitió identificar una mayor concentración de daños en los muros orientados en la dirección transversal de la edificación.

Daños en la Iglesia Matriz de Santiago León de Chongos Bajo. - La Iglesia Matriz de Santiago León de Chongos Bajo constituye una edificación histórica de especial importancia para el distrito. De acuerdo con el Arzobispado de Huancayo, su construcción data del año 1565 y contó con la participación de los ayllus existentes en la zona; para su edificación se habrían utilizado piedras de calicanto provenientes de Huamanga en las bases del templo. La iglesia posee una nave central de aproximadamente 70 m de longitud, 10 m de ancho y 12 m de altura, y conserva en su interior diversos retablos y altares de valor histórico y artístico. Debido a su importancia, fue declarada Patrimonio Monumental de la Nación mediante Resolución Ministerial N°0928-80, del 23 de julio de 1980.

La inspección posterior al sismo permitió identificar un nivel de daño severo en la iglesia, con afectación tanto de la cobertura como de los muros y de la fachada principal. En la Figura 44(a) se presenta una vista interior previa al sector de mayor colapso, donde se reconoce que la cobertura estaba constituida por un sistema tradicional de elementos de madera que soportaban las tejas. Asimismo, los muros laterales de gran espesor soportan diversos retablos y elementos ornamentales de valor patrimonial. Esta configuración implica que la pérdida de estabilidad de la cobertura no solamente representa un problema estructural, sino también un riesgo directo para los bienes culturales ubicados en el interior del templo.



(a)



(b)

Figura 44 Estado de la cobertura e interior de la Iglesia Matriz de Santiago León de Chongos Bajo después del sismo: (a) sector donde la estructura de madera de la cobertura permanece en pie; y (b) sector con colapso de la cobertura y acumulación de elementos de madera y tejas en el interior de la nave.

Como consecuencia del movimiento sísmico, se produjo el colapso de una extensión importante de la cobertura de la nave, tal como se aprecia en la Figura 44(b). El colapso

involucró elementos de madera y tejas, cuyos restos quedaron acumulados sobre el piso de la iglesia. Algunos elementos transversales de madera permanecieron entre los muros laterales; sin embargo, gran parte del sistema que conformaba la cobertura perdió su continuidad. Desde el exterior, la Figura 45(a) permite apreciar igualmente sectores con pérdida de tejas, desplazamiento de elementos de la cubierta y acumulación de material desprendido, evidenciando la magnitud y extensión del daño. La afectación resulta especialmente crítica debido a que deja expuesto el interior de una edificación de carácter patrimonial y a los elementos históricos que esta alberga.



(a)



(b)

Figura 45 Daños exteriores en la Iglesia Matriz de Santiago León de Chongos Bajo después del sismo: (a) daño y pérdida parcial de la cobertura en la zona lateral y posterior; y (b) colapso parcial de la parte superior de la fachada principal y acumulación de escombros.

Finalmente, la Figura 45(b) muestra los daños registrados en la fachada principal, donde se produjo el colapso parcial de la parte superior del frontón, con pérdida de material y acumulación de escombros frente al ingreso de la iglesia. En los muros laterales de la fachada también se distinguen grietas distribuidas en diferentes sectores y desprendimientos del revestimiento. En conjunto, la pérdida parcial de la fachada, el daño de los muros y, principalmente, el colapso de una parte significativa de la cobertura permite clasificar visualmente la afectación de la iglesia como severa, requiriéndose una evaluación estructural detallada que determine la estabilidad de los sectores remanentes y establezca medidas de estabilización y recuperación compatibles con su condición de monumento histórico.

4.2.1. Viviendas

A continuación, se mostrará una recopilación de fotografías de las estructuras de vivienda encontradas en el área de Chongos Bajos, seguidas de una breve descripción del estado observado, condición y posibles mecanismos de falla.

En la Figura 46 se observa una edificación de adobe revestida con mortero, con una cubierta soportada mediante elementos de madera. El daño se concentra principalmente en la parte superior del muro, donde se evidencia agrietamiento de gran abertura, desprendimiento del revestimiento y pérdida localizada de material, dejando

expuesto el adobe. Un aspecto relevante observado en la edificación es la ausencia aparente de una viga collar en la parte superior de los muros. Esta condición limita el adecuado arriostramiento horizontal y la vinculación entre los muros y la cubierta, favoreciendo que los diferentes paños presenten desplazamientos relativos durante el movimiento sísmico y que se generen concentraciones locales de esfuerzos. Esta deficiencia sería consistente con la concentración de grietas y pérdida de material observada en la parte superior del muro.



Figura 46 Daño sísmico en muro de adobe y zona de conexión muro–cubierta.



Figura 47 Agrietamiento y separación en el encuentro de muros de adobe.

En el interior de la edificación se identificó una grieta de gran abertura en el encuentro entre dos muros de adobe, Figura 47. Este patrón de daño evidencia una deficiente conexión entre muros perpendiculares, condición que limita su capacidad para trabajar de manera conjunta frente a las acciones sísmicas. Asimismo, no se identifica una viga collar que proporcione un adecuado arriostramiento horizontal y contribuya a mantener vinculados los muros durante el movimiento sísmico.

La Figura 48 muestra una edificación de adobe de dos pisos que presenta una grieta vertical de gran abertura próxima al encuentro entre dos muros perpendiculares, la cual se desarrolla desde la coronación hacia la parte inferior del muro. Adicionalmente, se identificaron daños en la cubierta de la edificación, incluyendo el desplazamiento y caída de tejas, principalmente en sectores próximos a los bordes y a la zona superior del muro afectado. La pérdida de elementos de la cubierta constituye un daño adicional asociado al movimiento sísmico y representa un potencial peligro por caída de componentes.



Figura 48 Agrietamiento en muros y daño en la cubierta de edificación de adobe de dos pisos.



Figura 49 Colapso parcial del muro de fachada de una edificación de adobe.

La Figura 49 muestra una edificación de adobe que presenta el colapso parcial del muro de fachada, con pérdida de una porción importante del paño y acumulación de unidades de adobe y material desprendido hacia el exterior de la vivienda. El sector remanente del muro presenta una geometría irregular y pérdida significativa de su continuidad, constituyendo una condición crítica. La caída del muro produjo además la ocupación parcial de la pista por los escombros, afectando la circulación en la vía pública y generando un peligro para peatones y vehículos.

La Figura 50 presenta una vivienda de albañilería de cuatro niveles. En la fachada se identifican muros de albañilería que no cuentan con un adecuado confinamiento, condición que favoreció la concentración de daños durante el movimiento sísmico. En el primer nivel se presentan grietas diagonales y desprendimientos localizados, mientras que en los niveles superiores se distinguen grietas de menor magnitud.

El daño en la albañilería del primer nivel se extendió hasta el sector donde se encuentra instalada la caja del medidor eléctrico, produciéndose agrietamiento y desprendimiento del material alrededor de este elemento. Adicionalmente, como se aprecia en la Figura 50, se colocó un apoyo temporal mediante soleras de madera en el alero del techo del primer nivel, como medida provisional de sostenimiento posterior al daño identificado.





Figura 50 Daños en muros de albañilería de vivienda de cuatro niveles.



Figura 51 Daño severo y pérdida parcial de muro de adobe.

En la edificación presentada en la Figura 51 se identifica daño severo en el muro de adobe, caracterizado por grietas de gran abertura, pérdida de material y desprendimiento de una porción importante del muro, dejando expuestas las unidades de adobe. El agrietamiento se desarrolla predominantemente en dirección diagonal y atraviesa una extensión considerable del paño.

En la parte central del muro se identifica la presencia de un contrafuerte que alcanza aproximadamente la mitad de su altura. El daño se concentra principalmente por encima del nivel donde termina el contrafuerte, sector en el que se presentan grietas de mayor abertura y pérdida significativa de material. Esta configuración evidencia una concentración localizada del daño asociada al cambio de condiciones de arriostramiento a lo largo de la altura del muro.

La Figura 52 muestra una vivienda de albañilería tarrajada de tres niveles, en la cual se identifican grietas de importancia en los muros del primer nivel, principalmente en sectores próximos a aberturas de puertas y ventanas. El patrón de agrietamiento presenta componentes diagonales y horizontales, concentrándose en zonas donde la continuidad del muro se encuentra interrumpida por los vanos. Durante la inspección al interior de la vivienda se verificó que los daños de mayor importancia se concentraron en los muros orientados en la dirección transversal de la edificación. Asimismo, las grietas más significativas se presentaron principalmente en muros que no contaban con un adecuado confinamiento.



Figura 52 Agrietamiento en muros de albañilería de vivienda de tres niveles.



Figura 53 Grieta vertical en la unión entre muro de albañilería y columna de confinamiento.

En el interior de la vivienda, la Figura 53 muestra una grieta predominantemente vertical localizada en la unión entre el muro de albañilería y la columna de confinamiento, acompañada de agrietamiento localizado en las unidades de albañilería próximas a esta zona. De acuerdo con la inspección realizada, este daño estaría asociado a la acción combinada del movimiento sísmico y asentamientos existentes en la edificación, generando desplazamientos relativos y concentración del agrietamiento en la interfaz entre el muro y la columna de confinamiento.



Figura 54 Agrietamiento en muro de albañilería no confinado de vivienda de dos pisos.

La Figura 54 muestra una vivienda de albañilería de dos pisos, en cuyo primer nivel se identifican grietas diagonales de importancia en un muro que no presenta un adecuado confinamiento. El daño se concentra principalmente en el paño que contiene la abertura de la ventana, desarrollándose las grietas desde sus esquinas hacia los extremos del muro. La presencia de una abertura de dimensiones importantes reduce la continuidad del muro de albañilería y genera zonas de concentración de esfuerzos durante la acción sísmica. Adicionalmente, se aprecia la rotura de varios vidrios de la ventana del primer nivel, evidenciando que el movimiento y la deformación experimentados en esta zona también afectaron a los elementos no estructurales de la vivienda.

4.2.2. Posta de Salud

La edificación corresponde a una construcción de un nivel, cuya configuración general se muestra en la Figura 55(a). La infraestructura está conformada por dos bloques construidos en diferentes periodos, lo que puede generar diferencias en rigidez, materiales y respuesta ante acciones sísmicas. Los bloques presentan un sistema estructural constituido predominantemente por muros de albañilería confinada, dispuestos en ambas direcciones principales de la planta. La distribución arquitectónica y la ubicación referencial de los ambientes se presentan en la Figura 55(b). Durante la inspección se identificaron problemas preexistentes de humedad e ingreso de agua desde la cubierta, asociados a falta de impermeabilización y capacidad insuficiente de los sumideros. Estas condiciones no se atribuyen al sismo, pero pueden acelerar el deterioro de la losa y de sus acabados, reduciendo su durabilidad frente a futuros eventos.

Asimismo, se observaron fisuras localizadas en encuentros de elementos, cuya profundidad y alcance no pueden establecerse únicamente mediante inspección visual. En la zona correspondiente a la base del tanque elevado se evidenció un daño previamente resanado que presentó incremento de deterioro posterior al sismo, como se aprecia en la Figura 55(c).

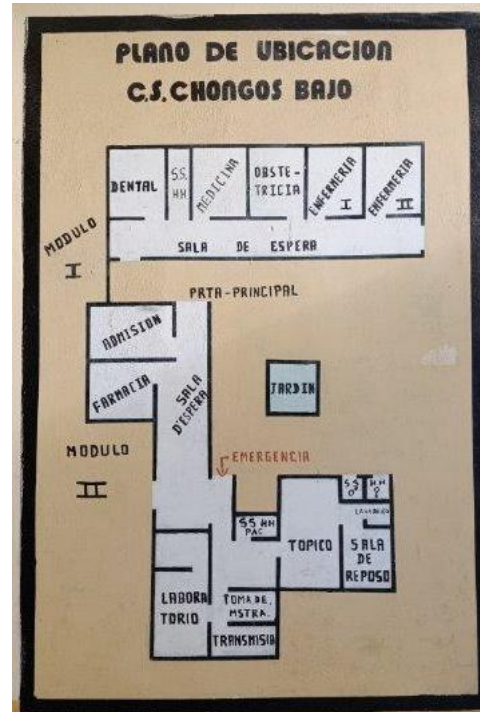
4.2.3. Reservorio y canal de drenaje pluvial

Durante la inspección del reservorio y del canal de drenaje pluvial no se identificaron daños visibles atribuibles al evento sísmico.

Sin embargo, se observan signos de deterioro superficial, humedad, suciedad acumulada y ausencia de mantenimiento continuo en el reservorio, así como condiciones deficientes en el entorno inmediato del canal. Estas condiciones no corresponden directamente al sismo, pero pueden incrementar la vulnerabilidad y acelerar el deterioro de la infraestructura ante futuras sollicitaciones (Figura 56).



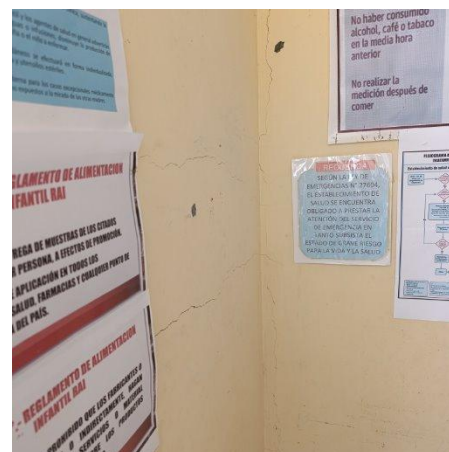
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 55 Posta de Salud (a) Vista general de uno de los bloques del Centro de Salud Chongos Bajo. Inspección de la losa superior y zonas con problemas de drenaje superficial. (b) Plano de ubicación y distribución general de los bloques del centro de salud. (c) Deterioro y fisuración localizada en la base del tanque elevado, con evidencia de reparación previa. (d) Fisuras localizadas en encuentros de elementos y deterioro superficial de acabados.

Asimismo, se recomienda verificar periódicamente la estanqueidad del reservorio, el estado de sus superficies y la capacidad hidráulica del canal, evitando obstrucciones y acumulación de residuos.

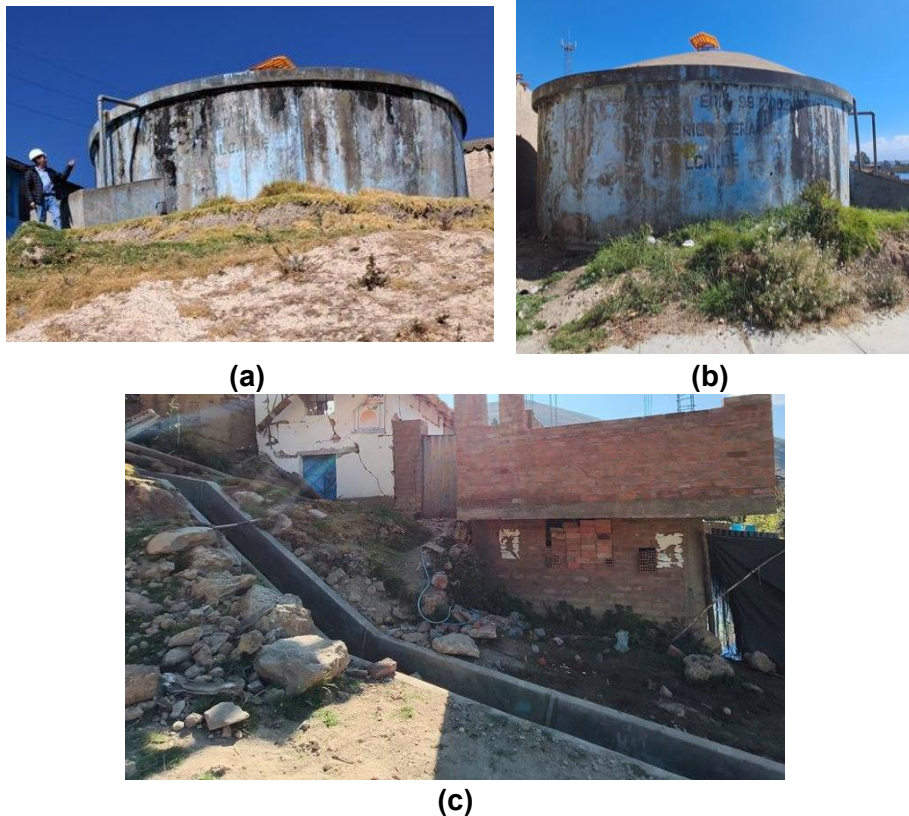


Figura 56 Reservorio y Canal de Drenaje Pluvial de Chongos Bajo
(a) Vista general del reservorio con signos de deterioro superficial y humedad. (b) Vista exterior del reservorio y estado de conservación de sus superficies. (c) Canal de drenaje pluvial y condiciones de su entorno inmediato

4.3. Anexo de Chupuro

4.3.1. Edificaciones afectadas

Las edificaciones inspeccionadas presentan principalmente sistemas estructurales mixtos de albañilería confinada, muros de relleno y pórticos de concreto armado. Los daños observados se concentran en muros de albañilería con confinamiento deficiente, discontinuidades constructivas y zonas próximas a vanos.

Se identificaron fisuras diagonales y verticales, separación de juntas y pérdida localizada de material en algunos paños. La presencia de aberturas y cambios de

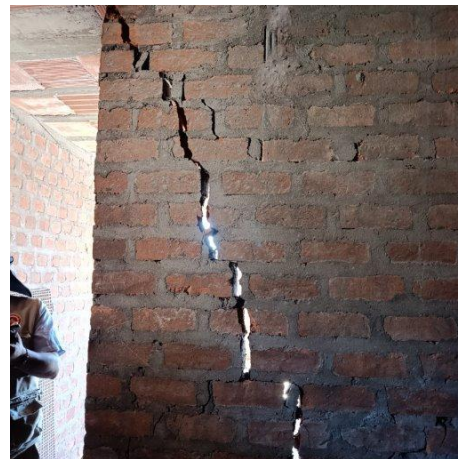


rigidez modifica la trayectoria de transmisión de fuerzas y puede generar concentraciones locales de esfuerzos, favoreciendo la aparición y propagación de fisuras durante la respuesta sísmica (Figura 57).

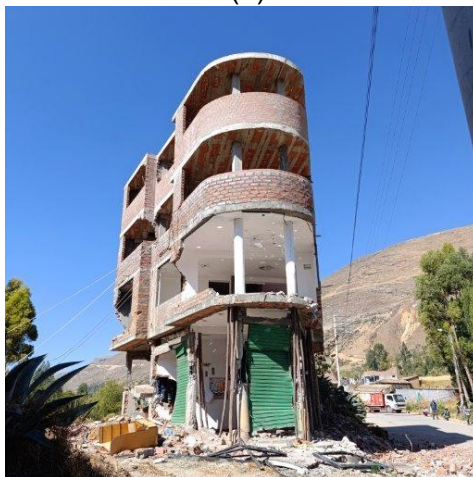
En edificaciones de varios niveles también se observaron irregularidades geométricas y discontinuidades entre elementos estructurales y de cerramiento, condiciones que pueden incrementar su vulnerabilidad frente a solicitaciones sísmicas.



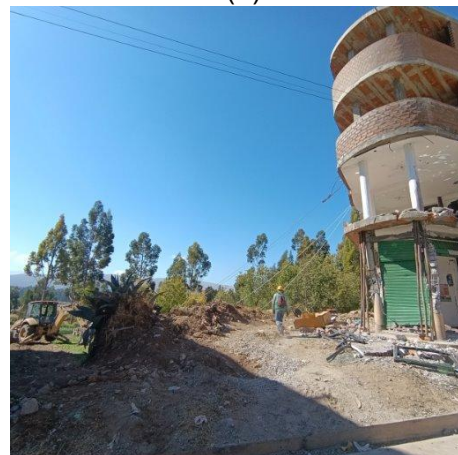
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 57 Edificaciones afectadas Chongos Bajo (a) Edificación de varios niveles con sistema mixto de pórticos de concreto armado y albañilería. (b)

Fisuración severa en muro de albañilería asociada a discontinuidades y deficiente confinamiento. (c) Vista general de edificación afectada, con daños localizados en cerramientos y zonas próximas al primer nivel con personas debilitando la edificación siendo una práctica muy peligrosa. (d) Cables amarrados a edificación para su demolición con máquinas de carga pesada.

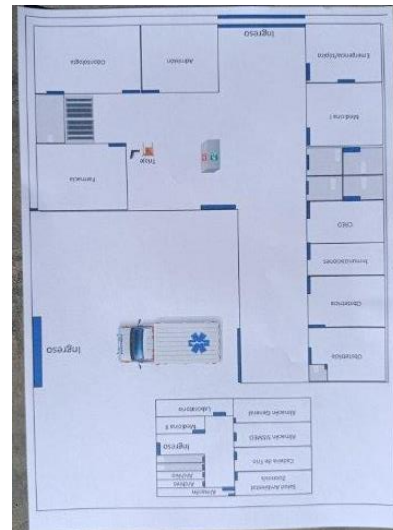
4.3.2. Posta de salud

La edificación corresponde a una construcción de un nivel, con sistema estructural de albañilería confinada y pórticos de concreto armado sin losa de techo.

Durante la inspección se identificó desprendimiento localizado del material de relleno en la junta sísmica que separa dos bloques de la edificación. Este daño evidencia el movimiento relativo entre ambos cuerpos durante el evento sísmico y la necesidad de mantener la junta libre de materiales que restrinjan su funcionamiento.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 58 (a) Vista general de la Posta de Salud. (b) Distribución arquitectónica general de la edificación. (c) Junta sísmica entre bloques con desprendimiento localizado del material de relleno. (d) Cerco perimétrico de albañilería con pérdida de verticalidad y discontinuidades constructivas.

Asimismo, el cerco perimétrico de albañilería presenta pérdida de verticalidad. Se observó que algunos tramos fueron ejecutados con juntas constructivas alternadas,

condición que genera discontinuidades y puede reducir su estabilidad frente a acciones laterales (Figura 58).

4.4. Anexo Carhuapaccha

4.4.1. Edificaciones afectadas

Se identificaron edificaciones de adobe y tapial con daños severos e incluso colapso parcial, asociados principalmente a la falta de arriostramiento entre muros y a la ausencia de elementos de amarre en la parte superior. Estas deficiencias favorecen el comportamiento fuera del plano y reducen la estabilidad global durante la respuesta sísmica (Figura 59).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 59 (a) Edificación de adobe con deficiente arriostramiento entre muros y vulnerabilidad frente a acciones fuera del plano. (b) Edificación de tierra con elementos de amarre longitudinales y transversales. (c) Edificación de albañilería con configuración irregular y techo con arriostramiento limitado. (d) Edificación aporticada con posible condición de piso blando en el primer nivel.

Asimismo, se observaron edificaciones mixtas de albañilería confinada y pórticos de concreto armado con configuraciones estructurales poco regulares, incluyendo techos sin adecuado arriostramiento mediante vigas de concreto y posibles condiciones de piso blando, que incrementan la concentración de deformaciones y la vulnerabilidad sísmica.

4.4.2. Posta de Salud

La edificación corresponde a una construcción de un nivel con un segundo nivel parcialmente ejecutado, conformada por un sistema mixto de muros de albañilería y pórticos de concreto armado (Figura 60).

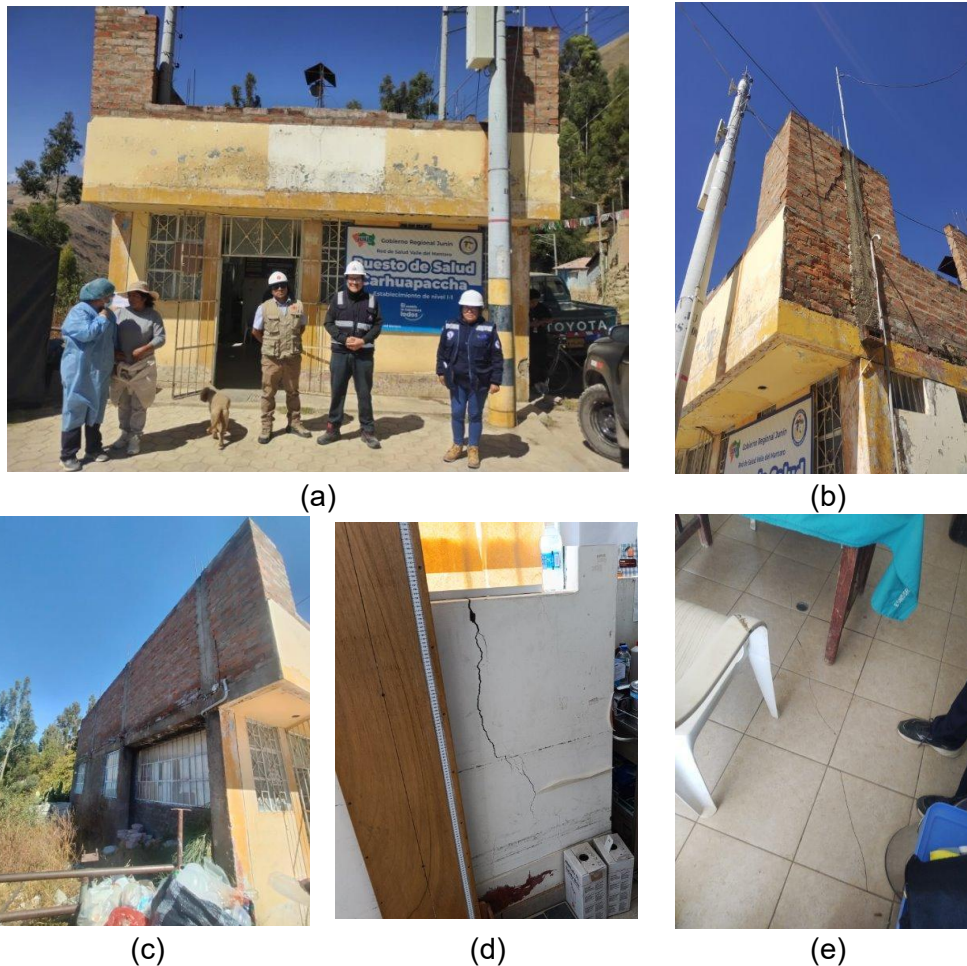


Figura 60. Posta de Salud Carhuapaccha (a) Vista general de la edificación. (b) Segundo nivel parcialmente construido con muros de relleno y arriostramiento limitado. (c) Muro lateral del nivel superior con discontinuidades y condición vulnerable fuera del plano. (d) Fisuración localizada en encuentro de muro y abertura. (e) Fisuración localizada en piso interior.

Durante la inspección se identificaron muros con aberturas y discontinuidades, condiciones que pueden generar concentraciones locales de esfuerzos en las esquinas de los vanos durante la respuesta sísmica. En el nivel superior se observaron muros de relleno sin adecuado arriostramiento, algunos con fisuración, lo que representa una condición vulnerable frente a acciones fuera del plano.

Asimismo, se registraron fisuras localizadas en encuentros de muros, parapetos y pisos, cuya profundidad y extensión no pueden establecerse únicamente mediante inspección visual. La edificación se encuentra próxima a una ladera, condición que puede favorecer procesos de asentamiento diferencial y contribuir al deterioro observado.

4.5. Anexo Tinyari Chico y Soccos



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 61. Postas de Salud en Soccos y Tinyari Chico. (a) Vista exterior de muro de albañilería y acceso Posta de Salud de Soccos. (b) Fisuración localizada en muro interior de la Posta de Salud de Soccos. (c) Vista general Posta de Salud de Tinyari Chico. (d) Fisuración localizada próxima a abertura de ventana de Tinyari Chico.

4.5.1. Posta de Salud

Se inspeccionaron dos postas de salud de un nivel, correspondientes a las localidades de Soccos y Tinyari Chico. En ambas edificaciones se observaron fisuras localizadas en muros de albañilería, principalmente en zonas próximas a aberturas (Figura 61).

En la Posta de Salud de Soccos se identificó una fisura en un muro interior, cuya profundidad no puede determinarse únicamente mediante inspección visual.

En la Posta de Salud de Tinyari Chico se observaron fisuras localizadas próximas a vanos de ventanas, zonas donde pueden presentarse concentraciones locales de esfuerzos durante la respuesta sísmica. No se evidenció pérdida global de estabilidad en ninguna de las dos edificaciones.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El sismo de Chupaca del 18 de julio de 2026 (Mw 5.4) correspondió a un evento cortical superficial, con una profundidad aproximada de 9.5 km, asociado a la activación de la secuencia de fallas denominada Altos del Mantaro. Su ocurrencia evidencia la importancia de considerar, además de la sismicidad de subducción, la contribución de fuentes corticales cercanas en la evaluación del peligro sísmico del Valle del Mantaro.
- Los registros acelerográficos obtenidos en las estaciones UNCP y SCHYO ubicados en la ciudad de Huancayo para el evento principal del 18 de julio muestran diferencias tanto en amplitud como en contenido frecuencial. Mientras SCHYO concentra mayor energía en periodos relativamente cortos, UNCP presenta una respuesta importante en un rango más amplio, aproximadamente entre 0.30 s y 0.80 s. Estas diferencias sugieren la influencia de las condiciones locales del terreno y evidencian la necesidad de complementar la caracterización geofísica de los sitios instrumentados.
- Las mediciones de microtemores en la zona de daños evidenciaron diferencias en las características dinámicas del suelo. En el anexo de Pumpunya se identificaron periodos de aproximadamente 0.25 s y 0.38 s en dos de los puntos analizados, mientras que en Chongos Bajo se obtuvieron picos más definidos entre 0.41 s y 0.50 s, además de una respuesta de periodo corto de 0.15 s en MC02. Estos resultados sugieren variaciones espaciales y la presencia de distintos contrastes de impedancia en los depósitos locales, cuya caracterización requiere estudios geofísicos y geotécnicos complementarios.
- El monitoreo temporal a través de un acelerógrafo instalado en Chongos Bajo permitió registrar 19 de las 25 réplicas reportadas por el IGP hasta el 18 de agosto de 2026, proporcionando información instrumental en una zona próxima al epicentro. Los registros evidencian diferencias importantes respecto de las estaciones ubicadas en la ciudad de Huancayo, consistentes con la rápida atenuación espacial del movimiento esperable para eventos corticales superficiales.
- Los espectros de respuesta de las réplicas registradas en Chongos Bajo presentan las mayores aceleraciones espectrales horizontales entre aproximadamente 0.10 s y 0.20 s. Este intervalo coincide con el primer pico H/V de 0.15 s identificado en el punto de

ensayo microtremor MC02, constituyendo dos observaciones independientes, cuya coincidencia evidencia una característica dinámica local en el rango de periodos cortos. Esta respuesta resulta de particular interés considerando la presencia en la zona de edificaciones de adobe de uno y dos pisos, lo cual explica los niveles de daño de estas edificaciones debido a la resonancia.

- El levantamiento mediante RPAS, LiDAR e imágenes de 360° permitió generar productos geoespaciales de alta resolución, incluyendo ortomosaicos, modelos digitales de superficie, modelos 3D y nubes de puntos, que documentan las condiciones posteriores al sismo en Pumpunya y Chongos Bajo.
- La combinación de información aérea, terrestre y tridimensional permitió disponer de un registro georreferenciado del estado de las edificaciones y del entorno urbano, útil para complementar la inspección y evaluación de las zonas afectadas.
- El procesamiento de imágenes Sentinel-1 permitió identificar, tanto en geometría ascendente como descendente, una anomalía interferométrica localizada en las proximidades de Pumpunya, caracterizada por franjas concentradas y un elevado gradiente de fase.
- Los mapas de desplazamiento LOS muestran igualmente un gradiente espacial en dicho sector; sin embargo, debido a que los interferogramas integran todos los cambios ocurridos entre las fechas de adquisición, la señal observada debe interpretarse con cautela antes de atribuirla exclusivamente al evento sísmico.
- El nivel de daño observado en las edificaciones de adobe y tapial estuvo fuertemente condicionado por el contenido de altas frecuencias del movimiento sísmico, cuya demanda se concentró en periodos cortos compatibles con este tipo de estructuras de baja altura y rígidas. Las aceleraciones espectrales superiores al 20 % de la gravedad incrementaron significativamente las fuerzas inerciales actuantes, superando en muchos casos la limitada capacidad resistente y de deformación de estas construcciones.
- Las edificaciones de tierra presentaron los mayores niveles de daño y los mecanismos de falla de mayor peligrosidad. En las construcciones inspeccionadas, se observaron desde agrietamientos diagonales y separación de esquinas hasta pérdida de grandes segmentos de muro y colapsos totales. El comportamiento observado evidencia la elevada vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de tierra no reforzadas, particularmente cuando carecen de elementos capaces de mantener la integridad del sistema una vez iniciado el agrietamiento. Esto resulta consistente con la filosofía de la Norma E.080, que establece que las edificaciones de tierra deben ser reforzadas para controlar el daño y evitar mecanismos de colapso frágil durante eventos sísmicos.
- Uno de los mecanismos de falla más recurrentes fue la separación entre muros ortogonales y la consecuente pérdida de estabilidad fuera del plano. En varias edificaciones se observaron grietas verticales de gran abertura en las esquinas, desplazamiento de bloques y pérdida de conexión entre fachadas y muros transversales. Una vez producida esta separación, los paños pierden el arriostramiento proporcionado por los muros perpendiculares y quedan expuestos a mecanismos de flexión y volteo fuera del plano. La Norma E.080 busca precisamente evitar este

comportamiento mediante arriostres, conexiones y refuerzos horizontales y verticales que permitan el trabajo conjunto de los diferentes componentes de la edificación.

- Otro mecanismo importante observado es la falla por corte en el plano de los muros, particularmente en edificaciones de adobe. Estos daños se manifestaron mediante grietas diagonales o escalonadas que se desarrollaron preferentemente a través de las juntas entre unidades de albañilería, con pérdida de adherencia y desplazamiento relativo entre unidades. La presencia de puertas y ventanas favoreció la concentración de esfuerzos y redujo la longitud efectiva de los paños resistentes, siendo recurrente el inicio o propagación del daño desde las esquinas de los vanos. La Norma E.080 considera expresamente la configuración y esbeltez de los muros, así como la disposición del refuerzo respecto de los vanos, incluyendo refuerzo horizontal a los niveles inferior y superior de estos.
- Por otro lado, las inspecciones realizadas evidenciaron que hubo daños concentrados en muros de albañilería, cerramientos, juntas, parapetos y acabados, con presencia de fisuras, desprendimientos y pérdida localizada de estabilidad. Ello nos permite indicar que edificaciones con deficiencias de confinamiento, discontinuidades constructivas, aberturas, irregularidades y elementos no arriostrados presentan mayor vulnerabilidad frente a acciones sísmicas.
- En algunas de las infraestructuras inspeccionadas no se observaron daños atribuibles al sismo; sin embargo, se identificaron problemas preexistentes de humedad, deterioro y falta de mantenimiento que pueden incrementar su vulnerabilidad futura. Además, se registraron afectaciones en caminos y bordes de vías, principalmente por deslizamientos, erosión y pérdida localizada de soporte.

5.2. Recomendaciones

- Complementar la caracterización de los sitios donde se encuentran instaladas las estaciones acelerográficas, particularmente la estación UNCP, mediante ensayos geofísicos que permitan determinar sus perfiles de velocidad de ondas de corte (V_s). Esta información contribuirá a interpretar las diferencias observadas en el contenido espectral de los registros del evento principal y a distinguir con mayor sustento la influencia de las condiciones locales del terreno sobre el movimiento registrado.
- Ampliar la caracterización geotécnica y geofísica del suelo en las localidades próximas al epicentro, tales como el anexo de Pumpunya y el distrito de Chongos Bajos. Para ello, se debe proponer la ejecución de exploraciones geotécnicas directas en puntos representativos complementadas con mediciones puntuales de microtemores y la estimación de perfiles V_s . La integración de esta información permitirá definir con mayor precisión la estructura del subsuelo y evaluar los contrastes de impedancia asociados a los periodos predominantes identificados mediante la técnica H/V.
- Se recomienda complementar la anomalía identificada mediante InSAR con otras fuentes independientes de observación geodésica, particularmente datos GNSS, a fin de evaluar la consistencia espacial y temporal de la señal observada y reducir la incertidumbre asociada a posibles efectos atmosféricos, orbitales o topográficos residuales.

- Realizar una evaluación de seguridad individual de las edificaciones con daño severo antes de permitir nuevamente su ocupación. Las estructuras que presentan separación de esquinas, grietas de gran abertura, pérdida de sección, bloques desplazados o colapso parcial deben mantenerse temporalmente restringidas, debido a que los elementos remanentes pueden haber perdido estabilidad aun cuando continúen en pie. Se recomienda efectuar apuntalamientos provisionales donde sean necesarios y delimitar las zonas susceptibles a desprendimiento particularmente ante la posibilidad de réplicas.
- Efectuar una inspección estructural detallada de las construcciones de adobe y tapial que no hayan colapsado, registrando como mínimo el ancho, extensión y profundidad de las grietas, separación entre muros ortogonales, desplome de los paños, conexión entre cubierta y muros, condición de dinteles y vanos, estado del sobrecimiento y posibles asentamientos. Con esta información deberá determinarse individualmente si corresponde realizar una reparación, un reforzamiento integral o, en los casos de pérdida extensa de estabilidad y capacidad resistente, una reconstrucción parcial o total.
- Las edificaciones de tierra que sean reparables deberían recibir un reforzamiento estructural integral y no únicamente reparaciones superficiales de las grietas. La Norma E.080 establece criterios de reforzamiento para edificaciones tanto de tapial como de adobe en los artículos 16 y 20 respectivamente, remitiéndolas a los criterios de configuración del artículo 6. Entre estos se considera la disposición de refuerzos en dos direcciones, su continuidad desde la base del sobrecimiento hasta la viga collar y el adecuado tratamiento de los vanos y conexiones. Por lo tanto, el simple relleno de grietas, aplicación de morteros superficiales o colocación de alambres aislados no debería considerarse por sí solo una solución de reforzamiento sísmico.
- Realizar una evaluación detallada de las edificaciones con fisuración, pérdida de verticalidad o daños en elementos de albañilería, priorizando instalaciones esenciales y educativas. De esa manera, se permitirá corregir las deficiencias de confinamiento, arriostramiento, juntas y discontinuidades constructivas identificadas.
- Implementar programas periódicos de mantenimiento, impermeabilización, drenaje y control de humedad.
- Evaluar y estabilizar los taludes, bordes de caminos y zonas con pérdida de soporte, especialmente antes de periodos de lluvia.
- Mantener un registro de daños y seguimiento de fisuras para identificar posibles evoluciones posteriores al evento sísmico.

5.3. Recomendaciones para la reconstrucción

- En cumplimiento de la *NORMA TÉCNICA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, SUBCAPÍTULO 2: Caracterización sísmica local, Artículo 12.- Microzonificación sísmica, 12.2. Se deben realizar estudios de microzonificación para los siguientes casos: a) Zonas de expansión de áreas urbanas. b) Reconstrucción de áreas urbanas con daños parciales o totales ocasionados por fenómenos naturales*; para la reconstrucción de la zona afectada por el sismo del 18 de julio de 2026, se debe realizar un estudio de microzonificación sísmica que permita identificar por zonas las

características de respuesta sísmica del suelo, para ello como mínimo se deberán realizar los estudios que se indican en el Anexo III de la misma norma técnica.

- Con base en los resultados preliminares obtenidos durante el reconocimiento de campo, no se han identificado evidencias suficientes que permitan atribuir los daños observados principalmente a condiciones desfavorables del terreno. No obstante, las mediciones realizadas evidencian variaciones espaciales en la respuesta dinámica del suelo y corresponden a una caracterización preliminar, por lo que no permiten establecer por sí solas las condiciones del terreno para fines de reconstrucción. Estas deberán ser obtenidas y evaluadas mediante los estudios geotécnicos y geofísicos complementarios que se realizarán en el marco del estudio de microzonificación sísmica correspondiente.”
- Con los resultados de la microzonificación sísmica, se deberán canalizar las propuestas de sistemas de diseño estructural y materiales de construcción a emplearse en la reconstrucción, considerando las lecciones aprendidas de los dos últimos grandes sismos ocurridos en nuestro país: el sismo de Atico, Arequipa del 23 de junio de 2001 y el sismo de Pisco del 15 de agosto de 2007.

6. AGRADECIMIENTOS

- A los Bach. Sandra Lachira, Bach. Miguel Condori, Bach. Brayan Bendezú, Bach. José Ramírez, Bach. Emily Ríos, Bach. Marcello Palomino, asistentes de investigación del CISMID-FIC-UNI por el procesamiento de los ensayos geofísicos, registros acelerográficos e información georreferenciada.
- Al Sr. Marcos Timoteo, conductor del CISMID-FIC-UNI.
- A la familia Dávila De La Cruz por su hospitalidad durante la estadía del equipo técnico en Huancayo.
- A las familias Munive Rodríguez y Suasnabar Fernández, por permitirnos la instalación de la estación acelerográfica temporal en su vivienda en Chongos Bajo.
- A la Universidad Nacional del Centro, a través de sus docentes Ing. Miguel Curi, Dr. Ronald Santana y sus estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, por la oportuna información de las zonas afectada y apoyo en las labores de reconocimiento de daños.
- Al Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Junín, por medio del Ing. Gerónimo Fernández e Ing. Jheancarlo Oré por su acompañamiento en el reconocimiento de daños y facilidades brindadas.
- Al Instituto Nacional de Defensa Civil, a través del Ing. Christian Choque e Ing. Jesús Velarde por las facilidades y oportuna información de daños.
- Al Lic. Carlos Vigo Muñoz y al Arq. Jarim Melgar, del Ministerio de Cultura, y a la Dirección Desconcertada de Cultura de Junín, a través del Lic. Javier Rojas León, por las coordinaciones para el acceso a la Iglesia Apóstol Santiago de Chongos Bajo.
- A la Dirección de Gestión de Riesgo de Desastres y Defensa de la Dirección Regional de Salud de Junín, por medio de la Arq. Liz Ramos, por facilitar y permitir el recorrido del equipo técnico por los centros de salud.
- Al Ejército del Perú, mediante el My. EP Avellaneda por el apoyo de su comando durante los trabajos de reconocimiento de daños.



7. REFERENCIAS

- Centro de Observación para la Ingeniería Sísmica - CEOIS. (2026). Acelerogramas del sismo de Chupaca, Chupaca–Junín del 18 de julio de 2026 [Informe]. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Dorbath, C., Dorbath, L., Cisternas, A., Deverchère, J., & Sébrier, M. (1990). Seismicity of the Huancayo Basin (Central Peru) and the Huaytapallana Fault. *Journal of South American Earth Sciences*, 3(1), 21–29.
- DJI, 2026, “DJI Terra User Manual v5.2”, Manual técnico, DJI Enterprise, disponible en: <https://enterprise.dji.com/dji-terra/downloads>
- GEORYS Ingenieros S.A.C. (2021). Servicio de caracterización geofísica del terreno de ubicación de la estación acelerográfica de SENCICO en la sede de Huancayo [Informe final]. SENCICO.
- Instituto Geofísico del Perú – IGP. (2026). El sismo de Chupaca del 18 de julio 2026 (M5.4): Aspectos sismotectónicos y niveles de sacudimiento del suelo (Provincia de Chupaca – Región Junín). Informe Técnico. Tavera, H., Nina Figueroa, V., & Mamani, C.
- Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2025, “Norma Técnica Geodésica: Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global v1.1”
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2026, 19 de julio). Sismo de magnitud 5.1 con epicentro en el distrito de Chongos Bajo - Junín (Reporte Complementario N.º 9426, Reporte N.º 5). Centro de Operaciones de Emergencia Nacional.
- Molnar, S., Cassidy, J.F., Castellaro, S. et al. (2018). Application of Microtremor Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (MHVSR) Analysis for Site Characterization: State of the Art. *Surv Geophys* 39, 613–631.
- Molnar, S., Sirohey, A., Assaf, J. et al. (2022). A review of the microtremor horizontal-to-vertical spectral ratio (MHVSR) method. *J Seismol* 26, 653–685.
- Nakamura, Y., 1989, “A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface”, *Quarterly Report Railway Technical Research Institute.*, 30, 25-33.
- SESAME European Research Project. (2004). Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements, processing and interpretation. WP12, Deliverable D23.12.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017, Norma Técnica E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada (Resolución Ministerial N.º 121-2017-VIVIENDA). Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/12310-121-2017-vivienda>

