

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

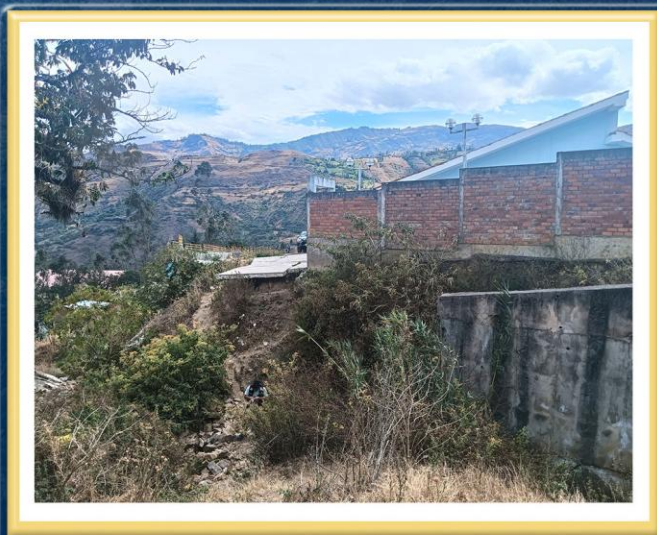
Informe Técnico N° A7708

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR EROSIÓN FLUVIAL EN PUESTO DE SALUD DE LA LOCALIDAD DE ASUNCIÓN (CAJAMARCA)

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Asunción



DICIEMBRE
2025

**EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS POR EROSIÓN FLUVIAL EN
PUESTO DE SALUD DE LA LOCALIDAD DE ASUNCIÓN (CAJAMARCA)**

***Distrito Asunción
Provincia Cajamarca
Departamento Cajamarca***

Elaborado por la Dirección de
Geología Ambiental y Riesgo
Geológico del INGEMMET.

Equipo técnico:

Leysi Marilyn Fuentes Pérez

Luis Miguel León Ordáz

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). *“Evaluación de Peligros Geológicos por erosión fluvial en puesto de salud de la localidad de Asunción (Cajamarca)”* INGEMMET, Informe Técnico N° A7708, 37p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Accesibilidad	7
1.3.3. Población	8
1.3.4. Clima.....	8
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	11
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	12
3.1.1. Formación Farrat (Ki-f).....	12
3.1.2. Depósito fluvial (Qh-fl).....	13
3.1.3. Depósito proluvial (Qh-pl).....	13
3.1.4. Depósito coluvio deluvial (Qh-cd).....	14
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	15
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	15
4.2. Pendiente del terreno.....	16
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	17
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	17
4.3.2. Unidades de carácter agradacional	18
5. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS.....	19
5.1. Erosión fluvial.....	19
5.1.2. Características visuales y morfométricas	27
5.1.3. Factores condicionantes	27
5.1.4. Factor detonante.....	28
5.1.5. Daños ocasionados	28
6. CONCLUSIONES	29
7. RECOMENDACIONES.....	31
8. BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXO 1. MAPAS	33

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligro geológico por erosión fluvial, en la localidad de Asunción, de la provincia de Cajamarca. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información geológica.

La localidad de Asunción, pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, distrito Asunción, departamento Cajamarca. Contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

Las unidades geológicas que afloran en la zona, corresponden a areniscas de grano medio a fino; de la formación Farrat (ki-f); depósitos proluviales (Qh-pl), constituido por una matriz arcillo arenosa; y depósitos coluvio deluviales (Qh-cd), conformada por la acumulación de materiales de origen coluvial y deluvial.

Geomorfológicamente encontramos unidades de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña en roca sedimentaria, M-rs) y agradacionales (piedemonte aluvio torrencial, P-at y vertiente coluvio deluvial, V-cd).

Se considera, que el principal factor condicionante a la ocurrencia de peligros geológicos por erosión fluvial, está determinado por la presencia de suelos inconsolidados, compuestos por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas; los terrenos con pendiente moderada (5°-15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25°-45°), susceptibles a erosión fluvial tras la fuerza con la que el agua de la quebrada Llimbe recorre el cauce en las fuertes pendientes; y la ausencia de una correcta canalización de la quebrada, la misma que necesita más área y una mejora en el diseño en las curvas donde cambia los cursos

Como factor detonante se considera a las precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la registrada en la Estación Asunción, Cajamarca de hasta 63.00 mm/día, el 25/02/2019. Por lo que se concluye que el área de estudio es considerada de **Alto a Muy Alto Peligro a la Ocurrencia de erosión fluvial**.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como el encausamiento definitivo de la quebrada Llimbe que contemple un área mayor y estructuras que reduzcan la velocidad del agua, construcción de drenes o canales, cuyo alimentador sea la quebrada, y en caso de rebose se pueda liberar el excedente lejos de las estructuras en peligro y de las viviendas.

Además, se recomienda reforestar con especies nativas y de raíces densas; limpieza del cauce de la quebrada; construcción de un muro de contención y de rellenos para el suelo de fundación en el área de influencia del centro de Salud, ya que se encuentra adyacente y sobre la margen derecha de la quebrada.

Si es posible, considerar la reubicación de atención provisional del centro de salud, mientras dure la elaboración de un EVAR, que contemple acciones definitivas y delimite posibles zonas con riesgo muy alto no mitigable.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, mediante la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) y el “Servicio de asistencia en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por el Gobierno Regional de Cajamarca, Oficio N° 120 – 2025 – MDA/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos en la localidad de Asunción.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros Luis León y Leysi Fuentes, quienes realizaron la evaluación de peligros en la localidad mencionada el día 11 de setiembre del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; etapa final de gabinete donde se procesó toda la información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y Gobierno Regional de Cajamarca, e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar el peligro hidrogeológico en la localidad de Asunción, provincia Cajamarca, eventos que pueden comprometer la seguridad estructural del centro de Salud de Asunción, de viviendas aledañas y de moradores de la zona.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros.
- c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros hidrogeológicos identificados.

1.2. Antecedentes

Existen trabajos previos y publicaciones de INGEMMET, que mencionan a al distrito de Asunción, en Cajamarca; relacionados a temas de Susceptibilidad a Movimientos en Masa, geología y geodinámica externa; de los cuales destacan los siguientes:

- Boletín N° 31 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba” (Reyes, 1980) donde se describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000; consta de cuarcitas y areniscas blancas de grano medio a grueso.
- Boletín N° 44 Serie C, Riesgo Geológico en la Región Cajamarca (Zavala & Rosado, 2011), donde menciona
 - Peligrosidad en la región Cajamarca con precipitaciones acumuladas en años normales: en las zonas de alta peligrosidad sobresalen San Juan – Asunción – Cospán – río Chicama, donde coincide con áreas de muy alta susceptibilidad. Las precipitaciones en esta oscilan entre más de 200 y cerca de 1000 mm.
 - Peligrosidad en la región Cajamarca con precipitaciones acumuladas durante El Niño 1997-1998: Coinciden con áreas de muy alta susceptibilidad a los movimientos en masa, en donde las aceleraciones sísmicas están entre 0,25 y más de 0,30 g; y las precipitaciones pluviales son superiores a 1200 mm. Geográficamente incluye al oeste de la ciudad de Cajamarca, comprendiendo gran parte de la cuenca alta del río Jequetepeque (Asunción).
 - Entre los peligros geológicos en la cuenca del río Jequetepeque, menciona a diversos procesos de movimientos en masa, en el área distrital de Asunción:

Ubicación Geográfica	Coordenadas		Tipo de peligro y edad	
	Distrito	Norte	Este	Específico
Asunción	9 192 720	773 460	Deslizamiento flujo	Inactivo-maduro / estabilizado
Asunción	9 192 230	774 020	Deslizamiento rotacional	Inactivo-maduro / estabilizado
Asunción	9 191 700	775 300	Deslizamiento rotacional	Inactivo-maduro / estabilizado
Asunción	9 191 990	774 520	Deslizamiento flujo	Inactivo-maduro / estabilizado
Asunción	9 191 700	775 300	Deslizamiento rotacional	Inactivo-maduro / estabilizado
Asunción	9 193 200	767 550	Flujo de detritos	Inactivo-joven / latente
Asunción	9 193 600	767 750	Flujo de detritos	Inactivo-joven / latente
Asunción	9 193 550	767 200	Derrumbe	Activo
Asunción	9 193 600	766 000	Deslizamiento rotacional	Activo
Asunción	9 194 000	765 280	Flujo de detritos	Inactivo-joven / latente

Asunción	9 193 880	765 480	Deslizamiento rotacional	Inactivo-joven / latente
----------	-----------	---------	--------------------------	--------------------------

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde al centro de salud de la localidad de Asunción, que pertenece al distrito de Asunción, provincia y departamento de Cajamarca (figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en la tabla 1, además se muestran las coordenadas centrales referenciales del evento principal.

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio – localidad Asunción.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	773520	9189330	-7.32716	-78.522594
2	773820	9189330	-7.327145	-78.519879
3	773820	9189680	-7.323982	-78.519896
4	773520	9189680	-7.323997	-78.522612
Coordenada central de los peligros identificados				
Coordenada Central de evento principal	773684.4	9189504	-7,325578	-78,552112

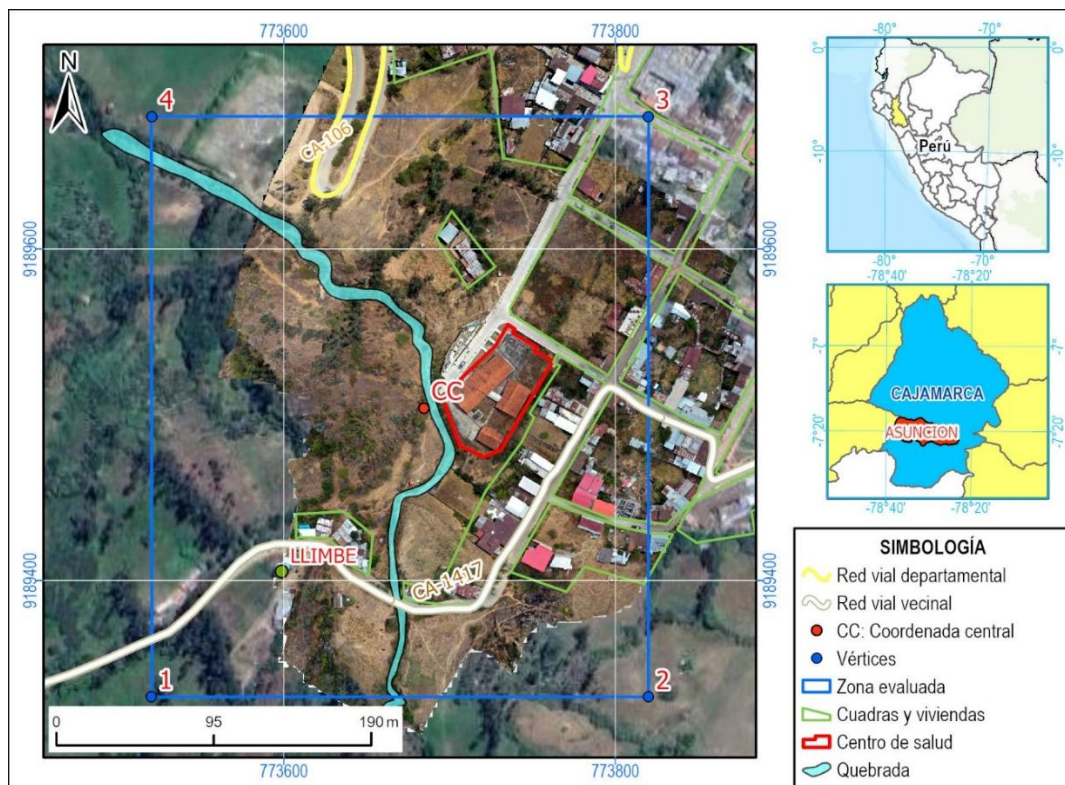


Figura 1. Ubicación del área evaluada.

1.3.2. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta la localidad de Asunción, se realiza a través de las vías nacional asfaltada Carretera 8; tal como se detalla en la siguiente ruta (tabla 2, figura 2):

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Cajamarca – distrito de Asunción.	Asfaltada (carretera 8)	73.1	1 horas 59 minutos

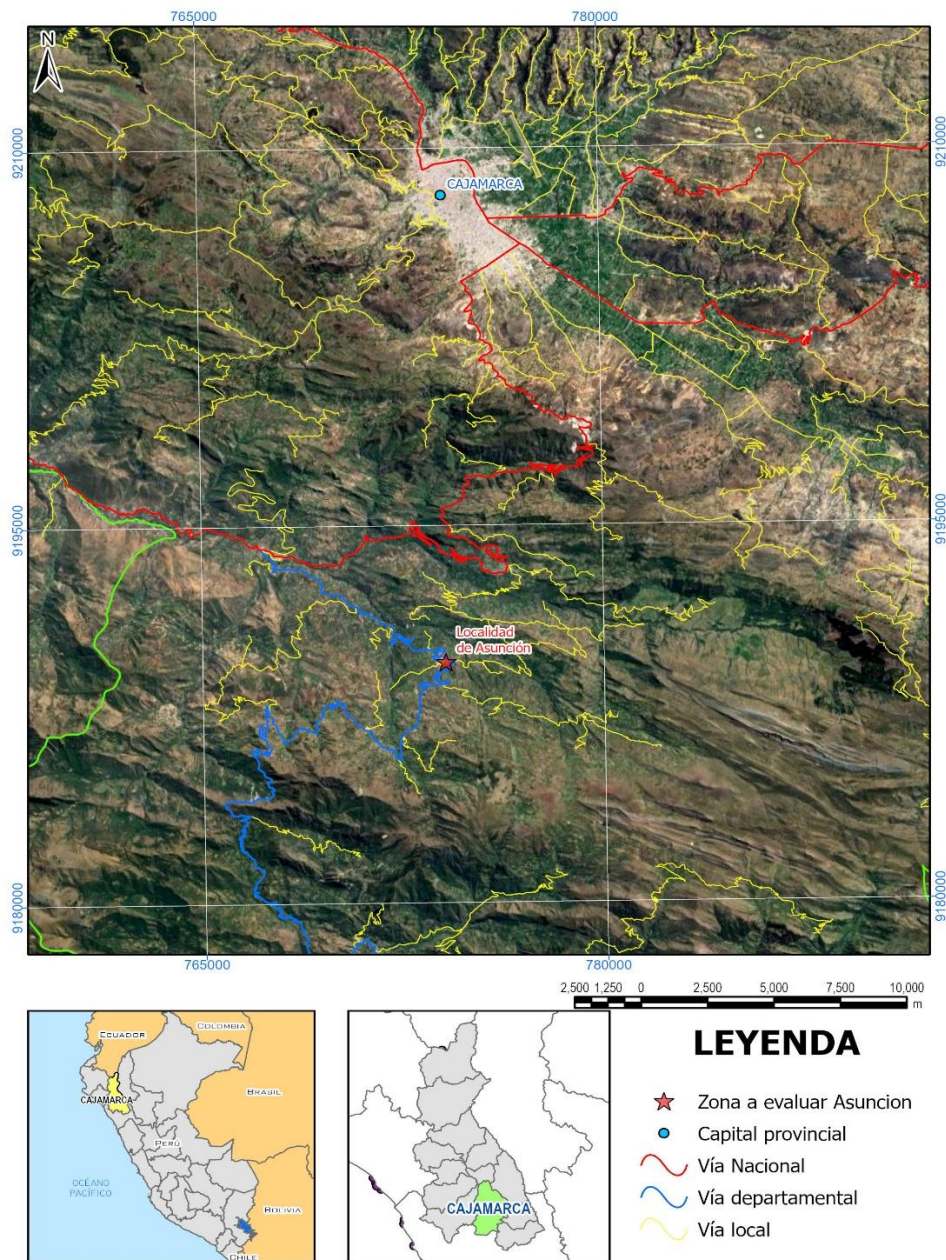


Figura 2. Ruta de acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta el distrito de Asunción.
Fuente: Google Maps.

1.3.3. Población

De acuerdo con los datos del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2017), el distrito de Asunción presenta:

Tabla 3. Datos de XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2017).

DEPARTAMENTO	Cajamarca
PROVINCIA	Cajamarca
DISTRITO	Asunción
CENTRO POBLADO	Asunción
LONGITUD	- 78.5185447960
LATITUD	- 7.32470759031
ALTITUD	2253.5
POBLACION	1650
VIVIENDA	220
AGUA POR RED PÚBLICA	No
ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA VIVIENDA	Si
DESAGUE POR RED PÚBLICA	No
ALUMBRADO PÚBLICO	Si
TELÉFONO PÚBLICO	Si
LOCAL COMUNAL	No
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA	Si
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SECUNDARIA	Si
ESTABLECIMIENTO/PUESTO DE SALUD	Si
PUESTO POLICIAL	Si

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima semiseco con invierno seco templado; con una temperatura máxima promedio de 23°C, una temperatura mínima promedio de 9°C y una precipitación anual entre 300 mm y 700 mm.

Entre los años 2017-2025, los meses de enero – marzo, el sector evaluado puede registrar precipitaciones pluviales de 63 mm/día (figura 3) considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluvioso (Senamhi, 2014).

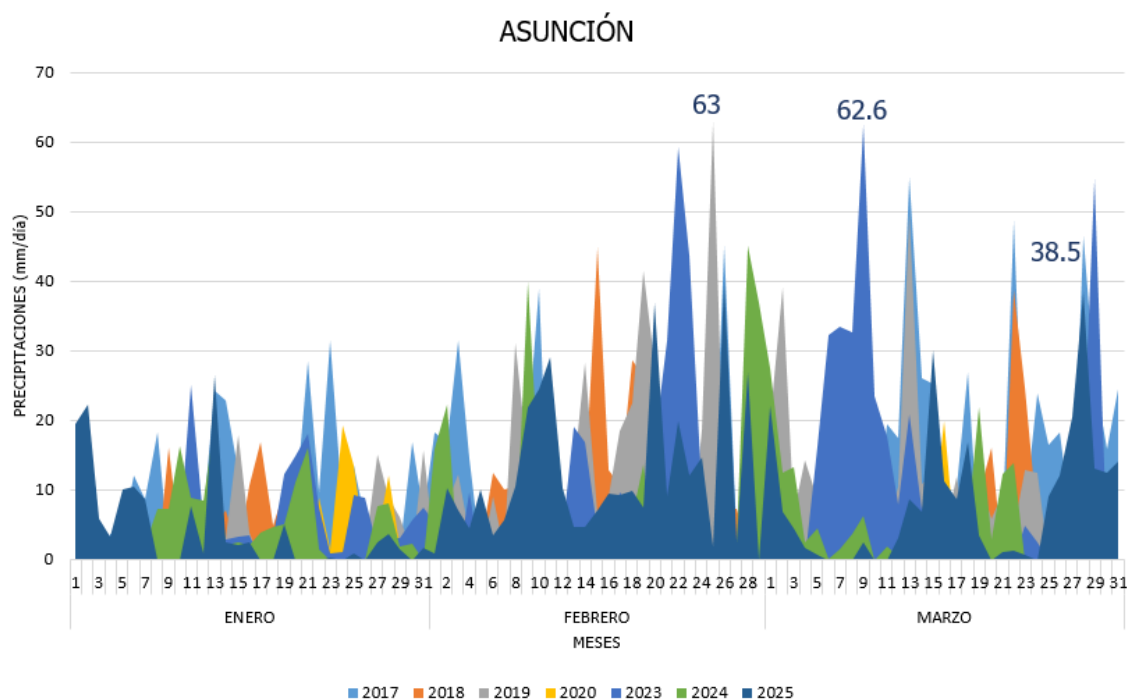


Figura 3. Precipitación diaria del mes de enero a marzo entre los años 2017-2025, en la Estación Asunción. **Fuente:** Senamhi.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA: GCA, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Aluvial: Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

Coluvial: Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

Coluvio - deluvial: Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

Arcilla: Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

Detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Flujo: Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

Flujo de detritos (huaico): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

Formación geológica: Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Inundación fluvial: Terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

Peligro o amenaza geológica: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Proluvial: Complejo sedimento deltaico friable de material fragmental, acumulado al pie de una pendiente como resultado de una ocasional avenida torrencial.

Propagación lateral: Expansión de una masa de roca o suelo cohesivo, combinada con una subsidencia general de la masa fracturada de material. Sin.: extensión lateral, expansión lateral.

Reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

Saturación: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

Susceptibilidad: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Talud: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

Velocidad: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización del Boletín N° 31 Serie A, "Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba, hoja 15f (Reyes, 1980), donde se describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000; consta de cuarcitas y areniscas blancas de grano medio a grueso; además del cartografiado de campo que se realizó el 11 de setiembre de 2025. (Mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprende unidades sedimentarias del Cretácico inferior, así como depósitos cuaternarios.

3.1.1. Formación Farrat (Ki-f)

Esta unidad está constituida por areniscas de grano medio a fino, con mayor contenido de cuarzo; estratos decrecientes de entre 0.10 a 0.29 m. de ancho; y medianamente fracturados y moderadamente meteorizados con rumbo N292 y buzamiento 37. Afloran al noroeste. (Figura 4).



Figura 4. A. Afloramiento de la Formación Farrat. B. Estratos decrecientes. C. Muestra de arenisca cuarzosa. Coordenadas: E: 773723/N: 9189386

3.1.2. Depósito fluvial (Qh-fl)

El depósito fluvial corresponde a depósitos de bloques (30%), cantos (15%), gravas (25%), arenas (10%), limos y arcillas (10%), transportados por la corriente de la quebrada Llimbe, material insitu; sin embargo, actualmente, en el cauce de la quebrada se pueden encontrar bloques angulosos de gran tamaño, que han sido transportados tras la caída de un muro producto de la erosión fluvial. (Figura 5)



Figura 5. Depósito fluvial de la quebrada Asunción. Coordenadas: E: 773687/N: 9189493

3.1.3. Depósito proluvial (Qh-pl)

Son provenientes de corrientes temporales de agua, lluvia y flujos de detritos (huaicos). Constituido por fragmentos heterométricos de formas angulosas y subangulosas, dispuestos en forma caótica, inmersos en una matriz tipo arcillo arenosa. Estos depósitos se encuentran formando depósitos poco consolidados en la quebrada Llimbe. (Figura 6)



Figura 6. Depósito proluvial. Coordenadas: E: 773880/N: 9189623

3.1.4. Depósito coluvio deluvial (Qh-cd)

Son depósitos formados por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, los cuales presentan poco transporte; estos se encuentran interestratificados (Vilchez et al., 2019), estos depósitos están constituidos por gravas en matriz areno limosa, cubre la mayor parte de la zona de estudio, por su composición y origen son bastante inestables. (Figura 7)

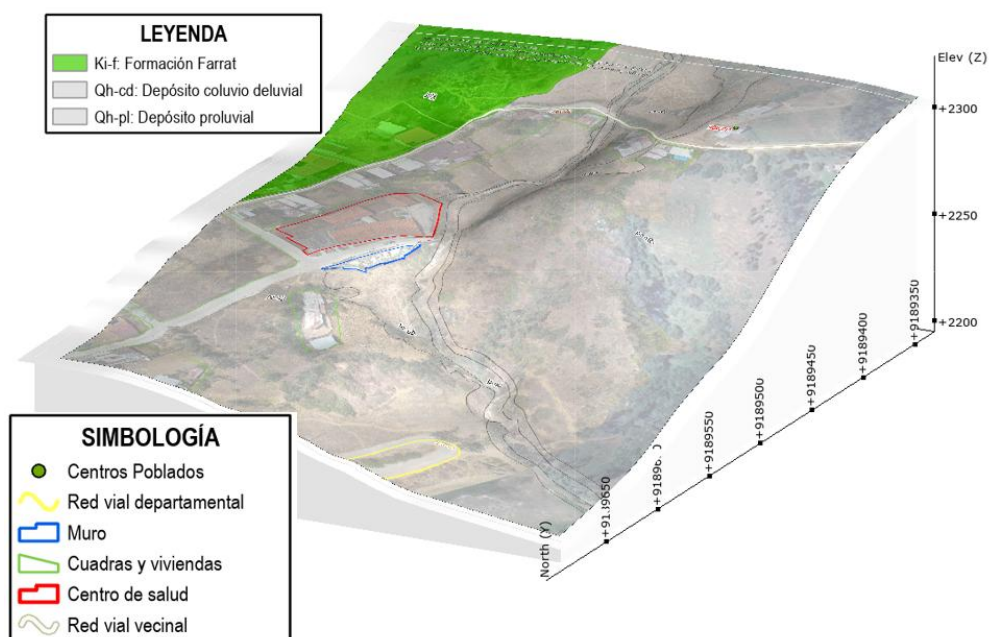


Figura 7. Modelo 3D de la geología de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Cajamarca, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, que se obtuvieron del levantamiento fotogramétrico con dron el 11 setiembre del 2025 por el Ingemmet, lo cual permitió estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1/5 000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

La zona evaluada presenta elevaciones que van desde los 2211 m hasta los 2316 m, en los cuales se distingue 5 niveles altitudinales (figura 5), visualizando la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos a altitudes de 2253 y 2274 m.

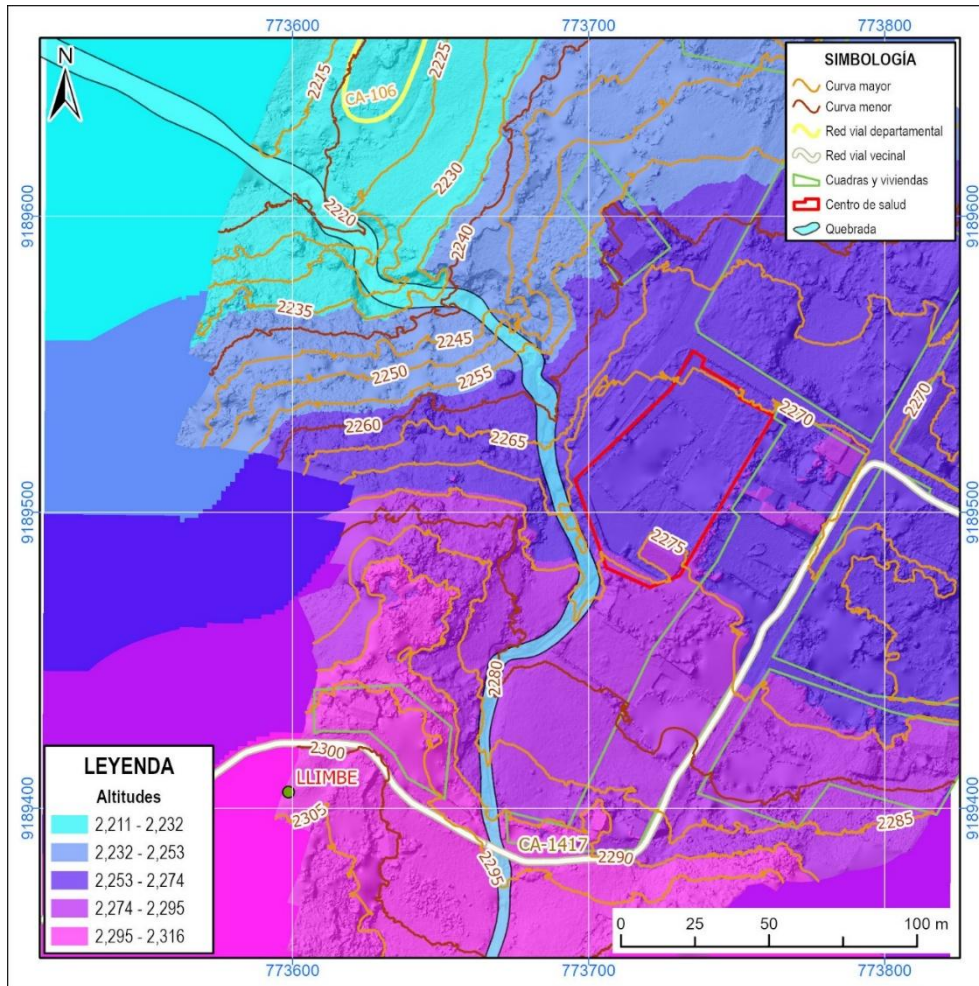


Figura 8. Modelo digital de elevaciones de la localidad de Asunción.

4.2. Pendiente del terreno

La localidad de Asunción, presenta pendientes suaves ($1^\circ - 5^\circ$), pendientes moderadas ($5^\circ - 15^\circ$), pendientes fuertes ($15^\circ - 25^\circ$), pendientes muy fuertes o escarpadas ($25^\circ - 45^\circ$) y en mínima proporción terreno muy escarpado ($>45^\circ$); sin embargo, el Centro de Salud de Asunción se construyó en terrenos con pendiente moderada ($5^\circ - 15^\circ$), y colindante a pendientes muy fuerte o escarpada ($25^\circ - 45^\circ$); ubicados sobre depósitos proluviales y coluvio deluviales.

Terrenos	Pendiente	Descripcion
Terreno llano	$<1^\circ$	La ubicación de estas pendientes es mínima a nulas de manera natural. En la localidad de Asuncion, está representada por las construcciones antrópicas de las viviendas.
T. inclinado con pendiente suave	$1^\circ - 5^\circ$	Estas se encuentra representadas por las zonas donde se ubican las construcciones de las viviendas y del Centro de Salud.
Pendiente moderada	$5^\circ - 15^\circ$	Se ubica en las zonas donde se encuentra el Centro de Salud y las viviendas. Representa un alto porcentaje en la zona.
Pendiente fuerte	$15^\circ - 25^\circ$	Esta se evidencia alrededor del Centro de Salud, en zonas colindantes a la red vecinal y al sureste de la zona.
Pendiente muy fuerte o escarpada	$25^\circ - 45^\circ$	Esta pendiente se encuentra al oeste en la margen izquierda de la quebrada Llimbe.
Terreno muy escarpado	$>45^\circ$	Este rango de pendientes son observables en las zonas con menores altitudes en la zona y colindantes a pendientes muy fuertes.

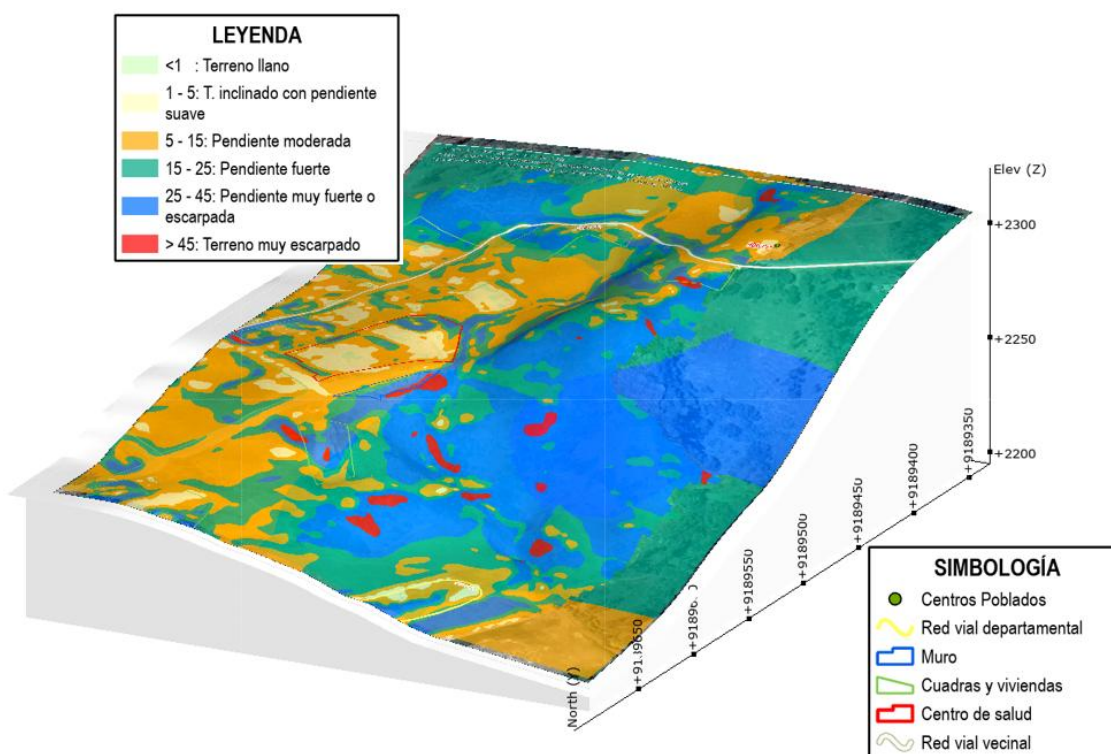


Figura 9. Modelo 3D de las pendientes en la localidad de Asunción.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen unidades de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña en roca sedimentaria) y agradacionales (piedemonte aluvio torrencial y vertiente coluvio deluvial).



Figura10. Geofomas de la localidad Asunción.

4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales. Estos procesos conducen a la modificación parcial o total de ellos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes geomorfológicos resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas.

Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel. La cima de estas geoformas puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares o complejas presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

- Subunidad de montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Corresponde a elevaciones del terreno (montañas) cuyas formas actuales son el resultado de la superposición de los procesos de orogénesis y la posterior erosión sobre rocas de tipo sedimentario. Las pendientes del terreno van de moderadas (5° - 15°) a muy fuerte o escarpada (25°-45°)

4.3.2. Unidades de carácter agradacional

Corresponde a aquellas formadas por procesos constructivos de deposición de materiales, resultando en la acumulación de sedimentos que elevan la superficie terrestre.

Unidad de Piedemonte o Vertiente

Corresponde a un ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, los cuales están relacionados con un cambio brusco en los perfiles longitudinales. Las Unidades de piedemonte identificadas son las siguientes:

- Subunidad de piedemonte o vertiente coluvio – deluvial (V-cd)

Formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvio y deluvial; se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales. Estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles. Gómez & Pari (2020). Se encuentra acumulada al pie de las montañas o acantilados de valles, presentando una pendiente del terreno de moderada (5° - 15°) a terreno muy escarpado (>45°).

- Subunidad de piedemonte aluvio torrencial (P-at)

Se enmarca en la quebrada Llimbe, que se activa en temporada de lluvias por donde descienden agua, lodos y flujos. Esta unidad está formada por depósitos de flujos, la pendiente de esta subunidad varía de moderadas (5° - 15°) a muy fuerte o escarpada (25°-45°).

5. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

5.1. Erosión fluvial

Las intervenciones antrópicas en la margen derecha de la quebrada Llimbe, principalmente la construcción del Centro de Salud en el año 2016, el cual se emplazó en una zona con pendiente moderada (5° - 15°), y colindante a una zona con pendiente fuerte (15° - 25°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° - 45°); la construcción en sí, sumado a alteraciones de la morfología del terreno, han alterado la dinámica fluvial del cauce. Estas acciones han favorecido la migración lateral del cauce activo hacia ambos márgenes, generando un proceso progresivo de socavamiento, que ha provocado una erosión significativa en zonas aledañas como: viviendas y en el Centro de Salud de Asunción.

La quebrada presenta un canal de encausamiento desde la red vial vecinal CA1417 hasta 88 m adelante, dicho canal presenta dimensiones variables; este primer tramo se sitúa en pendientes fuertes (15° - 25°), tiene 1.60 m de ancho, 0.60 m de profundidad y forma rectangular; el tramo siguiente tiene 75 m con dimensiones de 1.60 m de ancho por 1.37 m de profundidad, forma rectangular, este tramo colinda directamente con el centro de salud, y tras haber sufrido desbordamientos en años anteriores, por precaución se construyó un muro colindante que proteja el Centro de Salud, sin embargo tras las fuertes lluvias el cauce del canal se ha desbordado y ha causado estragos como:

- Socavamiento en el suelo de fundación del Centro de Salud Asunción.
- Caída de una vivienda en construcción.
- Rotura del canal que encausaba la quebrada.
- Asentamiento y grietas en las viviendas colindantes al margen izquierdo de la quebrada.

Cabe recalcar que el tramo de canal que encausa la quebrada, presenta cambios de dirección en zonas de pendiente fuerte (15° - 25°), hecho que ayuda a disminuir la velocidad del agua cuando el flujo es controlado; sin embargo, la profundidad de este tramo es de 0.60 m, en comparación del tramo siguiente que presenta 1.60 m de profundidad; lo que produce erosión de esta zona y desbordamiento de la misma en una dirección ajena al cauce natural cuando el flujo de agua se suma a lluvias intensas.

Esta situación aumenta la vulnerabilidad del terreno frente a procesos de degradación morfológica, comprometiendo la estabilidad de las estructuras e infraestructuras ubicadas en dichas márgenes.

Existen 3 viviendas afectadas, presentan grietas en pisos y asentamientos de suelo; el Centro de Salud presenta en el exterior, socavamiento de suelo de fundación, y continuó la caída del muro de contención exterior del Centro de Salud, el mismo que presentaba deficiencias tras su construcción (Fuente: Macronorte.pe, 2018), la vía que se encuentra frente al Centro de salud, presenta aberturas, asentamientos y socavamiento de suelo de fundación; la estructura interiormente presenta grietas en pisos, paredes y juntas, aberturas y separación entre unión de estructuras.

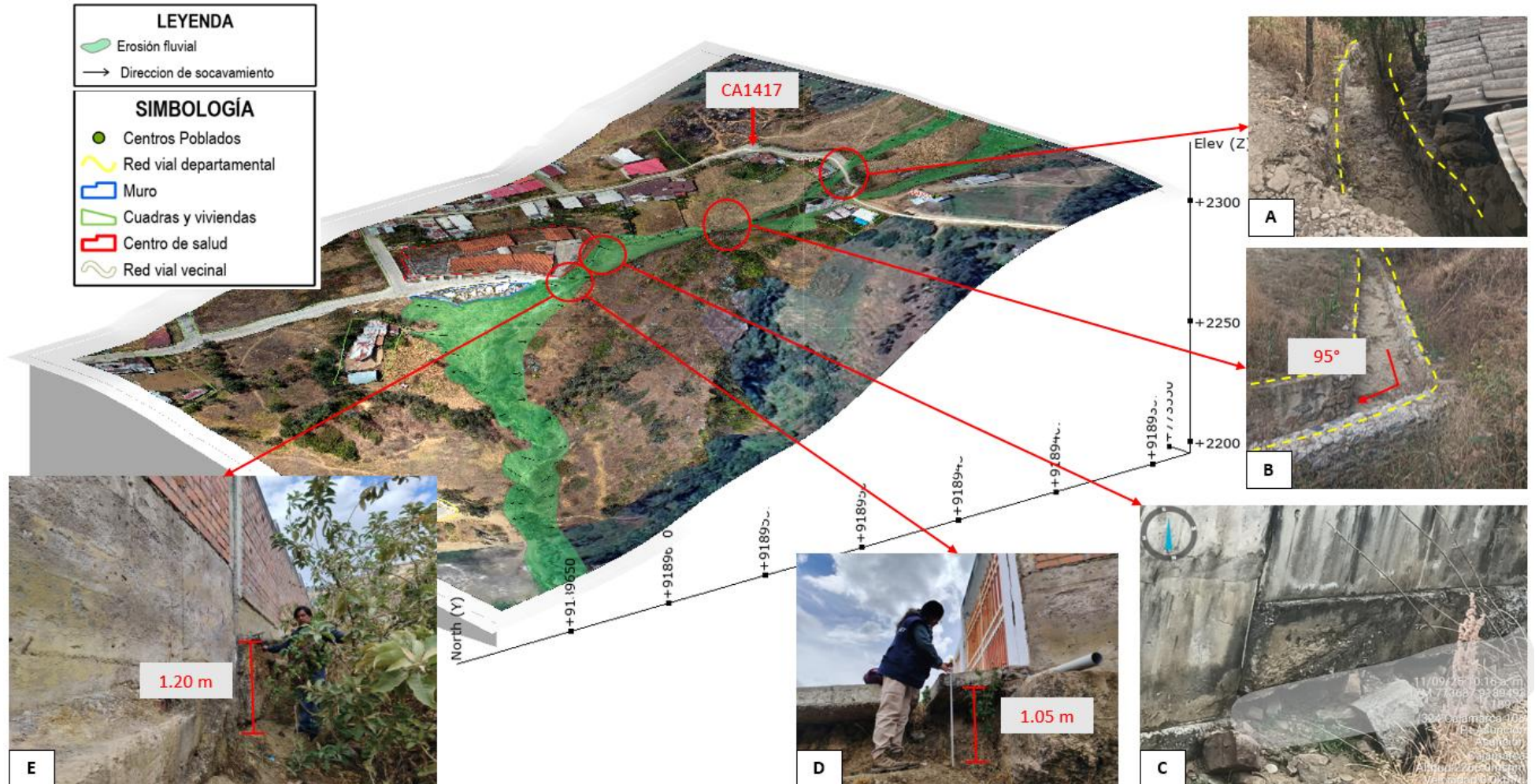


Figura 11. A. Inicio de quebrada encausada en vía CA1417. Coordenadas: E:773890 /N:9189634 B. Desvío de quebrada Llimbe encausada con un ángulo de 95°. Coordenadas: E:773670 /N:9189453 C. Socavamiento de muro. Coordenadas: E:773687 /N:9189493 D. Socavamiento en suelo de fundación de Centro de Salud Asunción en 1.05 m. Coordenadas: E:773689 /N:9189509 E. Socavamiento en pared lateral de Centro de Salud en 1.20 m. Coordenadas: E:773693 /N:9189508



Figura 12. A. Abertura en junta de columnas externas colindantes con quebrada. B. Grietas verticales en muro interior de centro de Salud, por asentamiento de suelo de fundación. C. Grietas con abertura en pared y techo en el interior del Centro de Salud. D. Grieta en techo E. Grietas verticales en muro interior de centro de Salud. F. Abertura de 0.15 m entre juntas de muros. G. Abertura entre junta de muros colindantes a quebrada. H. Abertura de grieta de 0.027 m.



Figura 13. A. Abertura en junta. B. Grietas verticales en piso de Centro de salud, con 3.23 m de longitud. C. Socavación de suelo de fundación de zona frontal de Centro de Salud. D. Socavamiento de 1.05 m. E. Abertura de juntas en el suelo de Centro de Salud. F. grietas en piso de patio colindante a Centro de Salud, con asentamiento.



Figura 14. A. Asentamiento de terreno al frente de Centro de Salud, en dirección a la zona socavada en la margen derecha de la quebrada B. Separación de 0.27 m entre juntas del piso de la calle frente a centro de Salud. C. Socavamiento bajo el suelo de fundación de calle, con 1.13 m de suelo desplazado. D. Asentamiento de suelo de fundación y de concreto en dirección a la zona de socavada.



Figura 15. A. Caída de una vivienda en construcción, producto de la erosión fluvial. B. Material de muro caído obstruyendo cauce de quebrada. C. Socavamiento de base de muro que colinda con Centro de Salud. D. Bloques producto de la caída de vivienda en construcción y de rotura de canal que encausaba quebrada. E. Vivienda en construcción afectada por la erosión fluvial. F. Bloque de 0.39 m de longitud en cauce de quebrada.



Figura 16. A. Grieta en vereda de vivienda afectada. Coordenadas: E:773633 /N:9189418 B. Grieta en piso de vereda interna de vivienda afectada. Coordenadas: E:771414 /N:9191691 C. Grieta en suelo de habitación de vivienda afectada. D. Estructura caída tras las fuertes lluvias y la pendiente, colindante a quebrada. Coordenadas: E:773670 /N:9189387 E. Grieta en vereda de vivienda afectada. Coordenadas: E:773673 /N:9189385 F. Grieta en vereda de vivienda afectada. Coordenadas: E:773671 /N:9189389

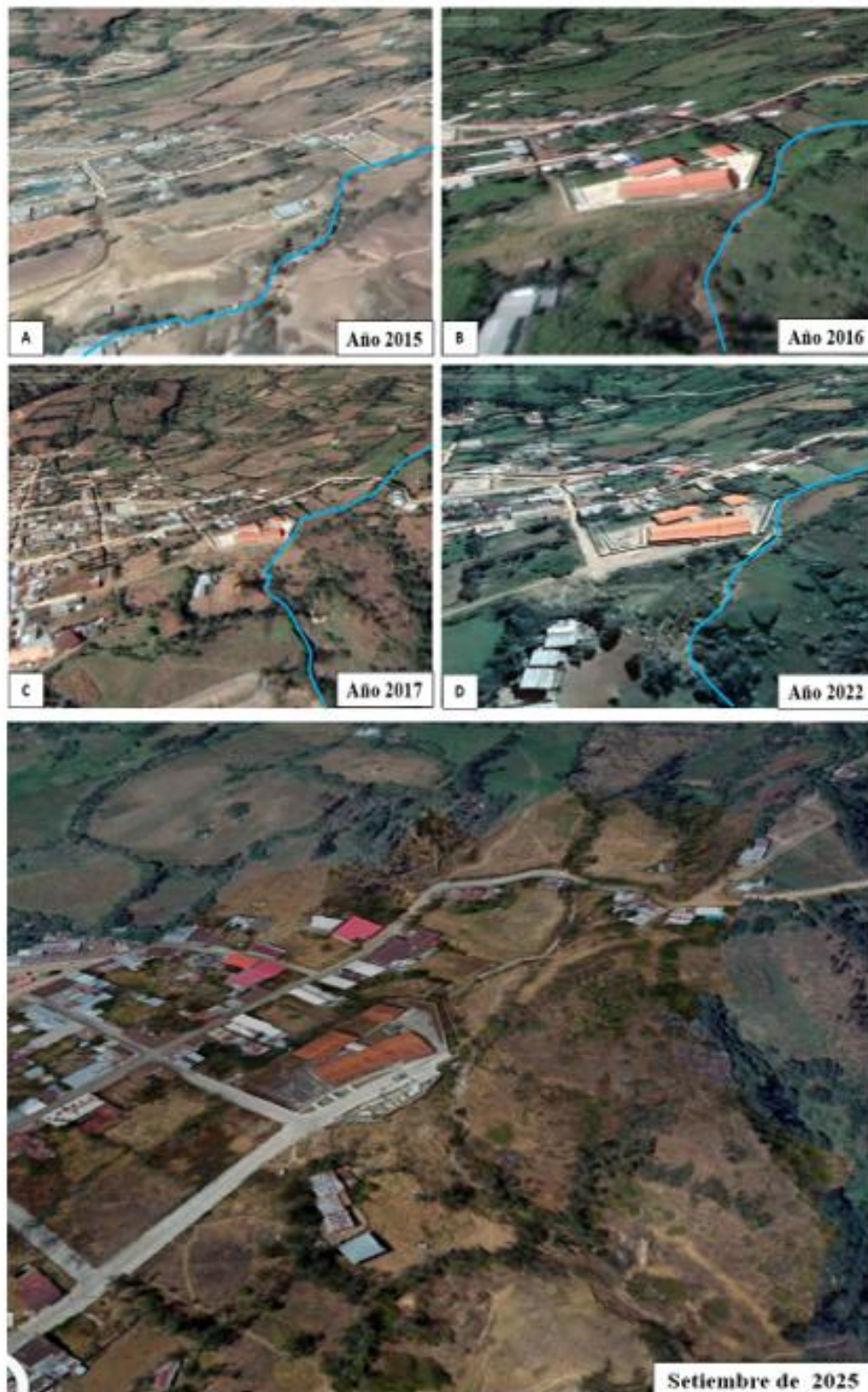


Figura 17. A. Curso de quebrada en el año 2015, antes de que se construyera el Centro de Salud de Asunción. Curso de quebrada en el año 2016, año en que se construyó el Centro de Salud. C Curso de quebrada en el año 2017. D. Curso de quebrada en el año 2022. E. Curso de quebrada en setiembre de 2025. Fuente: Google earth e Imágenes de dron (setiembre de 2025).

5.1.4. Factor detonante

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema (de hasta 63.00 mm/día el 25/02/2019 – Estación Asunción, Cajamarca).

5.1.5. Daños ocasionados

- Infraestructura y cimientos de Centro de Salud Asunción afectados.
- 3 viviendas afectadas.

6. CONCLUSIONES

- a. Geológicamente el área de estudio y cimientos sobre el que se asienta el puesto de salud Asunción, se encuentra sobre areniscas de grano medio a fino de la formación Farrat (ki-f); depósitos proluviales (Qh-pl), constituido por una matriz arcillo arenosa; y depósitos coluvio deluviales (Qh-cd), conformada por la acumulación de materiales de origen coluvial y deluvial; todos estos muy susceptibles a ser erosionados por la dinámica fluvial.
- b. La zona evaluada presenta elevaciones que van desde los 2211 m hasta los 2316 m, en los cuales se distingue 5 niveles altitudinales; donde el área con mayor pendiente corresponde a altitudes de 2253 y 2274m.
- c. El Centro de Salud de Asunción se construyó sobre terrenos con pendientes suave (1° - 5°) a pendiente moderada (5° - 15°), sin embargo, colinda con una gran extensión de pendientes muy fuertes (25° - 45°).
- d. Geomorfológicamente encontramos unidades de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña en roca sedimentaria, M-rs) y agradacionales (piedemonte aluvio torrencial, P-at y vertiente coluvio deluvial, V-cd).
- e. El peligro geológico identificado en la zona es erosión fluvial, donde el Centro de Salud de Asunción es el más afectado.
- f. Tras realizar un comparativo entre las imágenes satelitales del 2015, 2016, 2017, 2022 y setiembre de 2025 (Ortofoto de dron), se observa que el Centro de Salud de Asunción se construyó colindante a la quebrada Llimbe, para lo cual se realizó algunas modificaciones al terreno existente.
- g. Las características visuales y morfométricas de la erosión fluvial son: estado latente, y composición del suelo con bloques (30%), cantos (15%), gravas (25%), arenas (10%), limos y arcillas (10%).
- h. En la morfometría de la cuenca media de la quebrada Llimbe (centro del área evaluada) se tiene que el área de afectación por erosión fluvial es de 1.20 ha, la longitud del cauce de la quebrada es de 250 m, la pendiente promedio del terreno es de 25° , el ancho de quebrada promedio es de 4.00 m y la altura probable de erosión es de 3.50 m.
- i. Los factores condicionantes son:
 - Suelos compuestos por bloques (30%), cantos (15%), gravas (25%), arenas (10%), limos y arcillas (10%).
 - Terrenos con pendiente moderada (5° - 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° - 45°), susceptibles a erosión fluvial tras la fuerza con la que el agua de la quebrada Llimbe recorre el cauce en las fuertes pendientes.
 - Ausencia de una correcta canalización de la quebrada, la misma que necesita más área y una mejora en el diseño en las curvas donde cambia los cursos.

- j. El factor detonante son las precipitaciones pluviales de intensidad extrema (de hasta 63.00 mm/día el 25/02/2019 – Estación Asunción, Cajamarca).
- k. Los daños presentados en el Centro de Salud y viviendas en la localidad, comprenden grietas, socavamiento, asentamiento de suelo de fundación, bases y paredes de la estructura.
- l. Tres viviendas afectadas por la erosión fluvial.
- m. Por lo que se concluye que el área de estudio presenta **Alto a Muy Alto Peligro a la Ocurrencia de erosión fluvial.**

7. RECOMENDACIONES

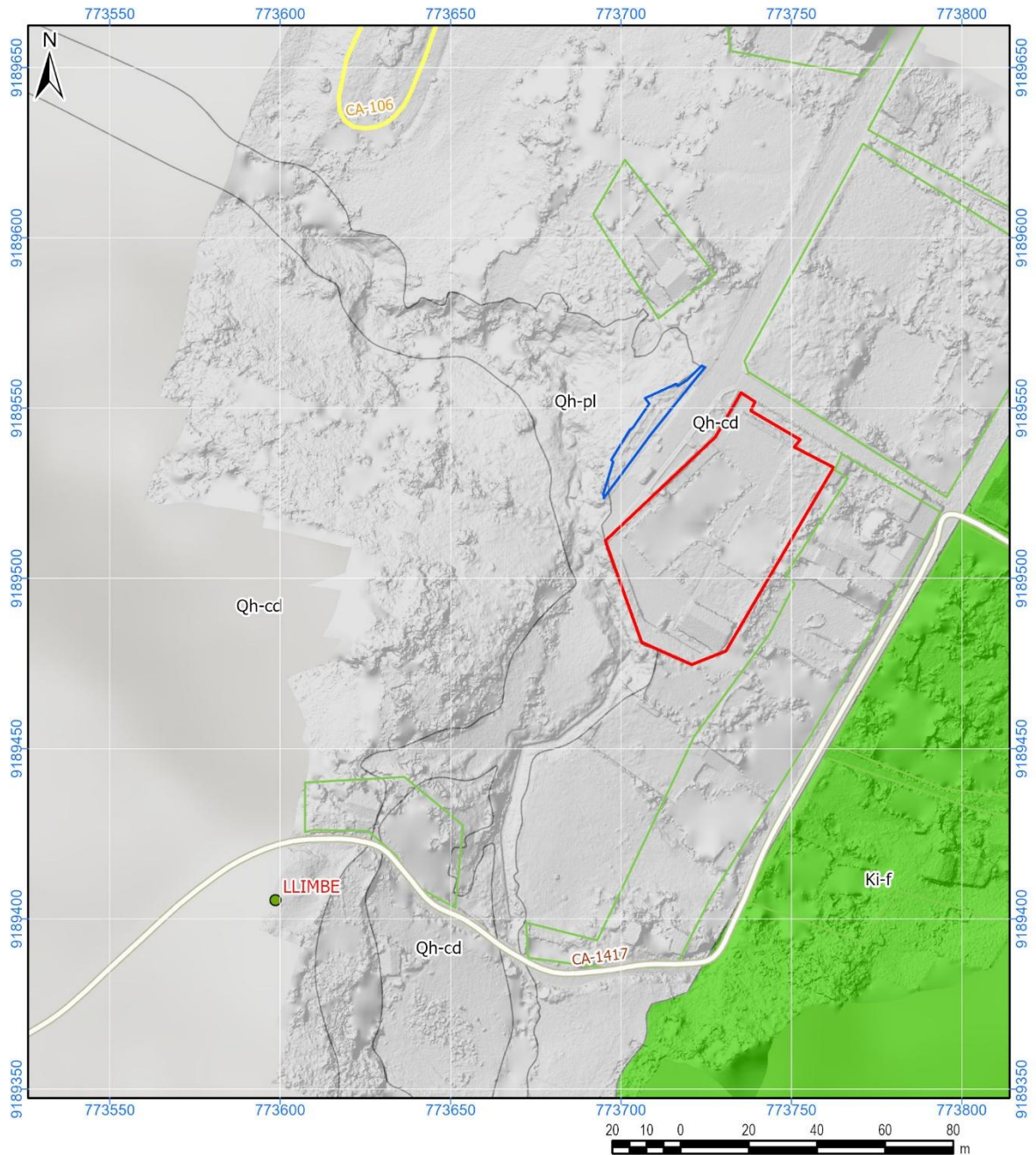
En las zonas impactadas por la erosión fluvial, se indica:

- a. Encausamiento definitivo de la quebrada Llimbe que contemple un área mayor y estructuras que reduzcan la velocidad del agua.
- b. Construcción de drenes o canales, cuyo alimentador sea la quebrada Llimbe, de tal manera que en caso de rebose, exista un medio de liberar el excedente lejos de estructuras en peligro y de las viviendas.
- c. Reforestar la zona con especies nativas y de raíces densas, como una forma de evitar que los materiales inconsolidados alimenten la colmatación de la quebrada y la erosión fluvial.
- d. Limpieza del cauce de la quebrada Llimbe, donde se elimine todos los bloques rodados de estructuras ya rotas que se encuentran obstaculizando el cauce natural.
- e. Construcción de un muro de contención frente al Centro de Salud y colindante a la margen derecha de la quebrada, esto con supervisión de especialista en estructuras. Así como en márgenes de cimientos de viviendas expuestas.
- f. Resanar el suelo de fundación del Centro de Salud, contemplar la mejora de rellenos de cimientos, a través de estudios y opiniones de especialista en ingeniería de cimientos y/o civil.
- g. Reubicar provisionalmente la atención en el Centro de Salud de Asunción, mientras dure la elaboración de un EVAR, que contemple acciones definitivas y delimite posibles zonas con riesgo muy alto no mitigable.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Reyes, L. (1980). Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba *escala 1: 100,000. Ingemmet. Boletín N° 31 Serie A.* https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/150/54/A-031-Boletin_Cajamarca-15f_San_Marcos-15g_Cajabamba-16g.pdf
- Zavala, B. & Barrantes R. (2007). Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la Región Cajamarca. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/220>
- Zavala, B. & Rosado, M. (1980). Riesgo Geológico en la Región Cajamarca, *Hojas Mapa 8, 16 y 19, escala 1: 250,000. Ingemmet. Boletín N° 44 Serie C.* <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/300>
- Luque, et al. (2023). Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la zona Norte del Perú. *Ingemmet. Boletín Serie C.* https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/4670/1/2023-Zonas_Cr%c3%adticas_peligros_geologicos_zona_Norte.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2018, junio 5). *Ley N° 30779, ley que dispone medidas para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).* 2. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-dispone-medidas-para-el-fortalecimiento-del-sistema-ley-n-30779-1655993-1/>
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017.* Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- PMA: GCA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Presidencia del Consejo de Ministros del Perú. (2021). *Lineamientos para la organización y funcionamiento de los Centros de Operaciones de Emergencia - COE. Resolución Ministerial N° 258-2021-PCM.* <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2370158/RM%20N%C2%B0%20258-2021-PCM%20%281%29...pdf.pdf?v=1636130560>
- Senamhi. (2014). *Umbral y precipitaciones absolutas.*
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional.* <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Pantoja, et al. (2010). Evaluación de Recursos Hídricos Cuenca del Río Zaña. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/evaluacion_rh_superficiales_rio_zana_0.pdf
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

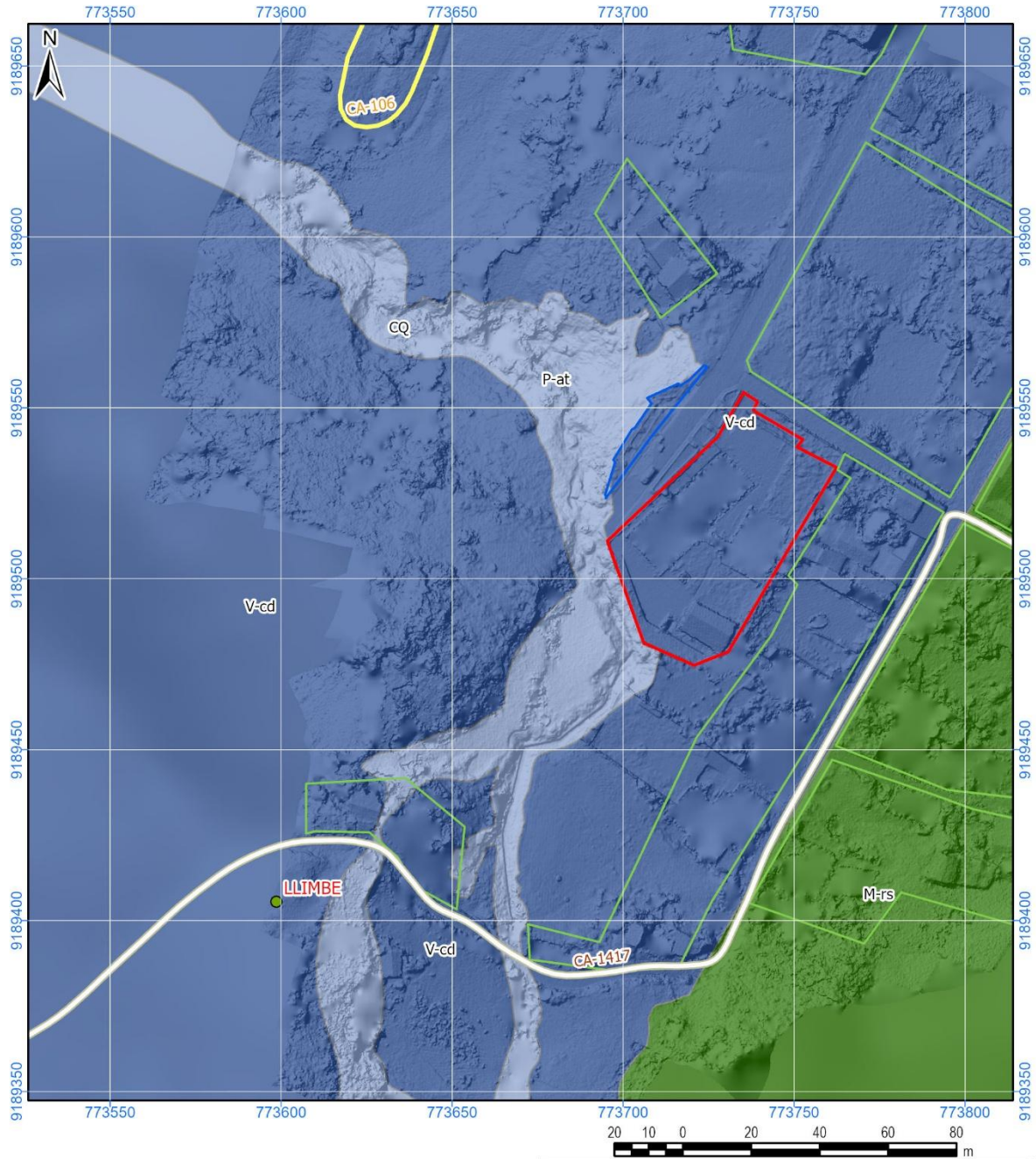
ANEXO 1. MAPAS



SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Red vial departamental
	Muro
	Cuadras y viviendas
	Centro de salud
	Red vial vecinal

LEYENDA	
	Ki-f: Formación Farrat
	Qh-cd: Depósito coluvio deluvial
	Qh-pl: Depósito proluvial

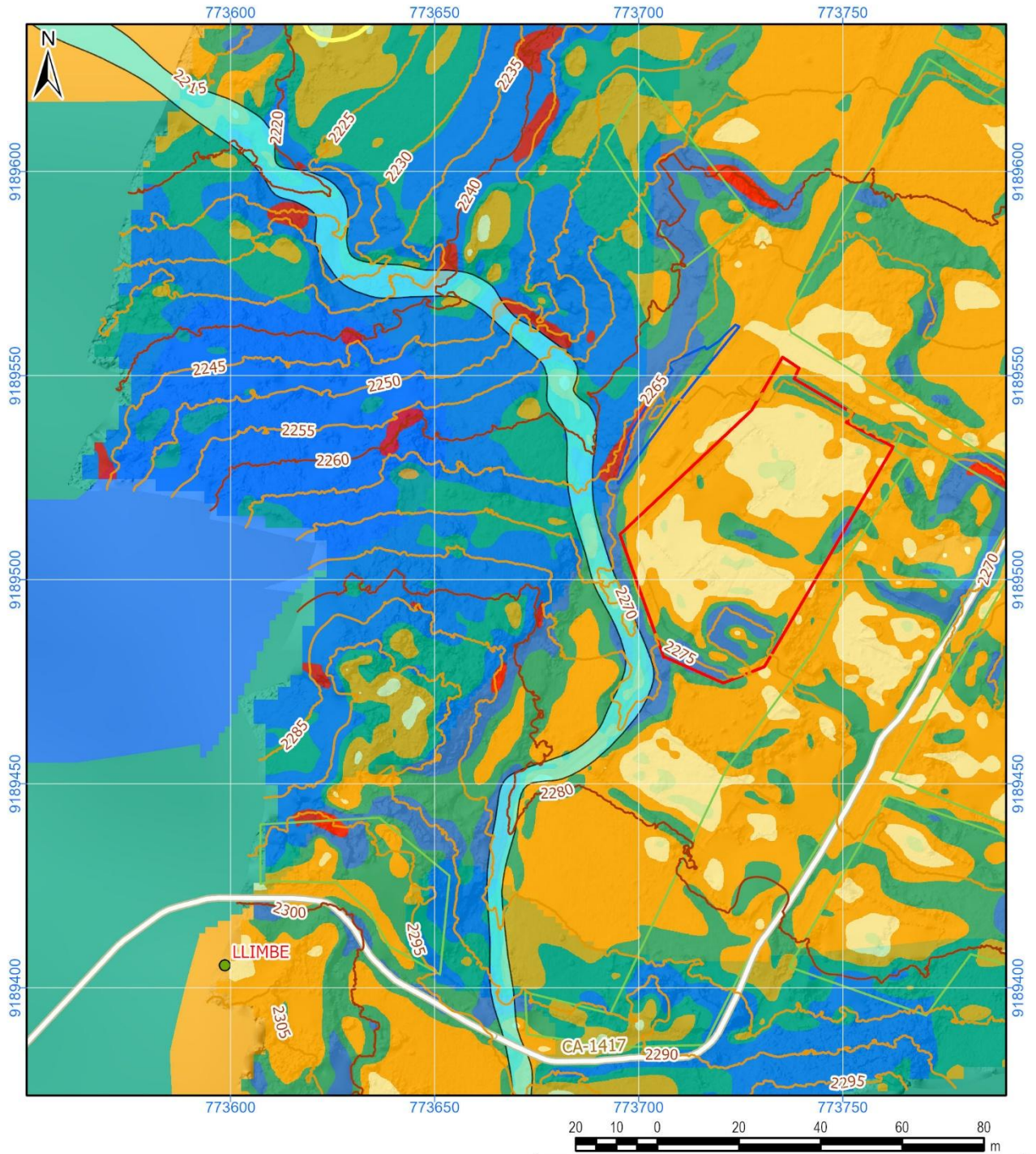
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - ASUNCIÓN	
MAPA GEOLÓGICO DE LA LOCALIDAD DE ASUNCIÓN	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/1,800	Versión digital: 2025
MAPA 1	



SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Red vial departamental
	Muro
	Cuadras y viviendas
	Centro de salud
	Red vial vecinal

LEYENDA	
	CQ: Cauce de quebrada
	M-rs: Montaña en roca sedimentaria
	P-at: Vertiente o piedemonte aluvio torrencial
	V-cd: Vertiente coluvio deluvial

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - ASUNCIÓN	
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA LOCALIDAD DE ASUNCIÓN	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/1,800	Versión digital: 2025
MAPA 2	



SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Red vial departamental
	Red vial vecinal
	Cuadras y viviendas
	Centro de salud
	Quebrada

LEYENDA	
	<1 : Terreno llano
	1 - 5 : T. inclinado con pendiente suave
	5 - 15 : Pendiente moderada
	15 - 25 : Pendiente fuerte
	25 - 45 : Pendiente muy fuerte o escarpada
	> 45 : Terreno muy escarpado

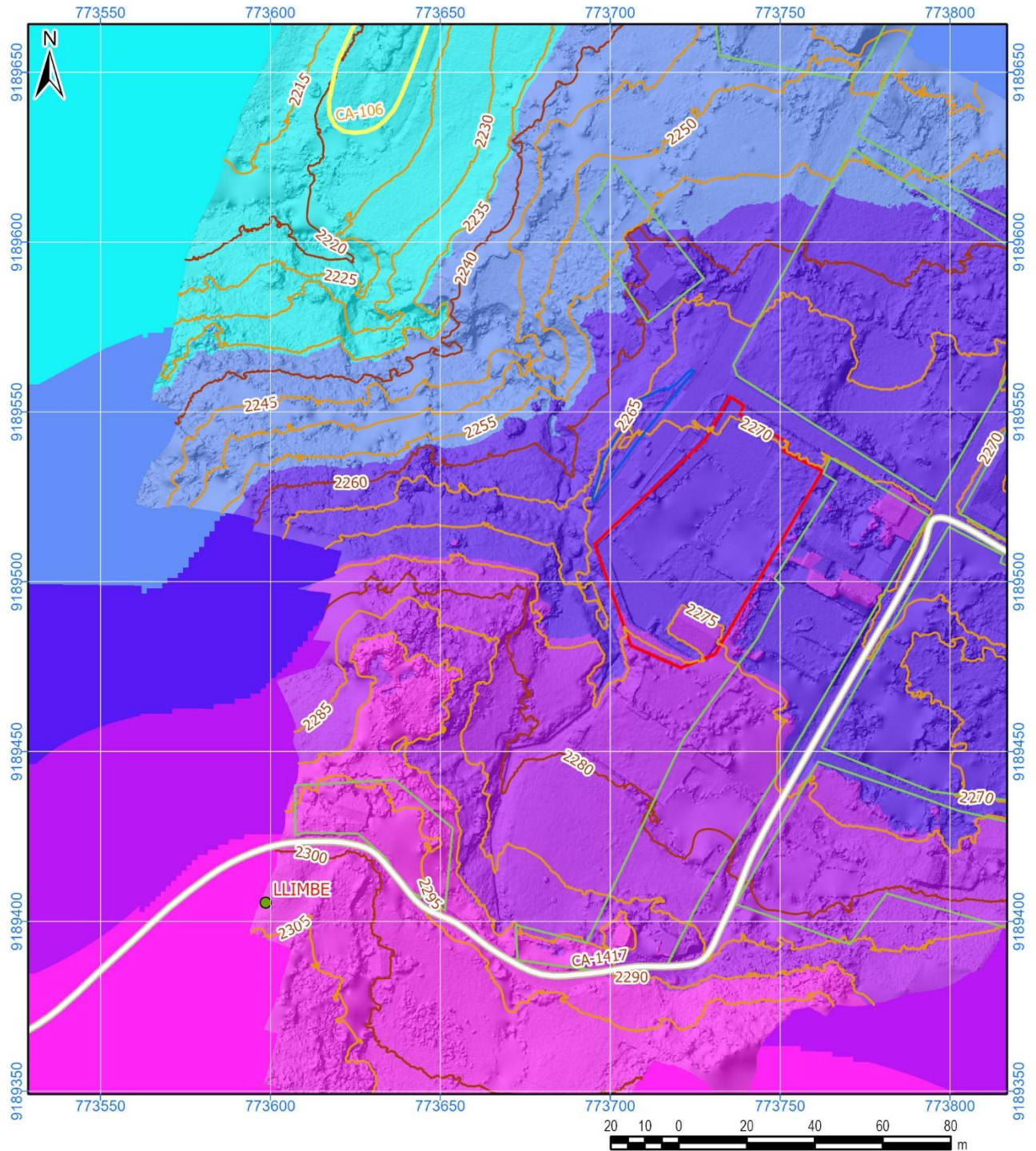
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - ASUNCION	
MAPA DE PENDIENTES DE LA LOCALIDAD DE ASUNCION	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/1,500	Versión digital: 2025
MAPA 3	



SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Centro de salud
	Cuadras y viviendas
	Muro
	Red vial departamental
	Red vial vecinal

LEYENDA	
	Dirección de socavamiento
	Erosión fluvial

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - ASUNCION	
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA LOCALIDAD DE ASUNCION	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/1,800	Versión digital: 2025
MAPA 4	



SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Centro de salud
	Cuadras y viviendas
	Muro
	Red vial departamental
	Red vial vecinal
	Curva mayor
	Curva menor

LEYENDA	
	2,211 - 2,232
	2,232 - 2,253
	2,253 - 2,274
	2,274 - 2,295
	2,295 - 2,316

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - ASUNCION	
MAPA DE ALTITUDES DE LA LOCALIDAD DE ASUNCION	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/1,800	Versión digital: 2025
MAPA 5	