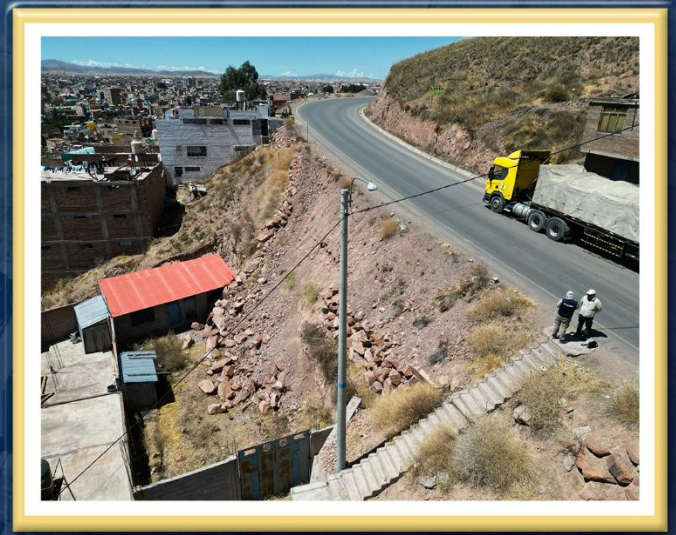


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7690**

# EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBE EN LA URBANIZACIÓN LA FLORIDA, INMEDIACIONES DE JR. LOS SANCAYOS Y AV. CIRCUNVALACIÓN

Departamento: Puno  
Provincia: San Román  
Distrito: Juliaca



NOVIEMBRE  
2025

## EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBE EN LA URBANIZACIÓN LA FLORIDA, INMEDIACIONES DE JR. LOS SANCAYOS Y AV. CIRCUNVALACIÓN

Distrito Juliaca, Provincia San Román, Departamento Puno.



Elaborado por la Dirección de  
Geología Ambiental y Riesgo  
Geológico del Ingemmet

*Equipo técnico:*

*Yhon Soncco Calsina*

### Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). "Evaluación de peligro geológico por derrumbe en la urbanización La Florida, inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación". Distrito Juliaca, Provincia San Román, Departamento Puno. INGEMMET, Informe Técnico N° A7690, 24P.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	5
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	5
1.2.1. Ubicación.....	6
1.2.2. Precipitación pluvial .....	9
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	10
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	13
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	13
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	13
<b>4.1. Pendientes del terreno</b> .....	13
<b>4.2. Unidades Geomorfológicas</b> .....	14
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	15
<b>5.1. Derrumbe</b> .....	15
<b>5.2. Factores condicionantes</b> .....	16
<b>5.3. Factores desencadenantes</b> .....	16
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	18
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	19
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	20
<b>ANEXO 1 MAPAS</b> .....	29

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligro geológico por derrumbe realizada en la urbanización La Florida, inmediaciones del Jr. Los Sancayos con la Av. Circunvalación, distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno. Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con su función de brindar asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a entidades de los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En el área de estudio afloran depósitos tobáceos de la Secuencia Volcánica Iscay, intensamente fracturados y moderadamente meteorizados, asociados a depósitos coluviales y aluviales no consolidados, que conforman materiales de baja competencia geotécnica. Estas condiciones, junto con pendientes pronunciadas y deficiencias constructivas del muro de contención existente, favorecen la inestabilidad del terreno.

Durante los trabajos de campo se identificó un derrumbe reciente ocurrido, que afectó el muro de contención de piedra, ubicado en la vía Av. Circunvalación, presenta un arranque con longitud 50 m, un desnivel de 3 m, la masa deslizada recorrió 15 m. Afectó una vivienda contigua la vía. El evento se generó después de las lluvias intensas registradas a inicios del año 2025.

Según el Mapa de Peligros Sísmicos del Instituto Geofísico del Perú (IGP), el área de estudio las aceleraciones sísmicas esperadas oscilan entre 190 y 200 gals, lo que representa un nivel de amenaza sísmica moderado.

En función de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se concluye que la urbanización La Florida, presenta un PELIGRO ALTO por derrumbe, con riesgo potencial de reactivación durante la temporada de lluvias o sismos.

Finalmente, se recomienda reforzar o reconstruir el muro de contención instalado; implementar obras de drenaje y estabilización de taludes, monitorear permanentemente la zona y restringir el tránsito pesado, así como desarrollar acciones de sensibilización comunitaria y planificación preventiva en coordinación con la Municipalidad Provincial de San Román, INDECI y CENEPRED.

## 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT16)”, contribuye de esta forma 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 el oficio N° 244-2025-MPSR-J/ALCA, emitido por la municipalidad provincial de San Román, en el cual solicitan evaluación de peligros geológicos en la urbanización La Florida, inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó al ingeniero Yhon Soncco, para realizar la evaluación geológica, geomorfológica, geodinámica y del peligro geológico. El trabajo de campo se realizó el 27 de agosto del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Gabinete I (Pre-campo), recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Campo, se realizó la observación de procesos de movimientos en masa, tomando datos y evidencias que contribuyan a su evaluación (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado geodinámico, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y iii) Gabinete II, se realizó el procesamiento de toda 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 a consideración del municipio provincial de San Román, 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) Evaluar y caracterizar el peligro geológico en la urbanización La Florida, inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional se tienen:

- a) Sánchez, A. & Zapata, A. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Sicuani (29-t), Nuñoa (29-u), Macusani (29-v), Limbani (29-x), Sandia (29-y), San Ignacio (29-z), Yauri (30-t), Azángaro

(30-v), Putina (30-x), La Rinconada (30-y), Condoroma (31-t), Ocuwiri (31-u), Juliaca (31-v), Callalli (32-t) y Acora (32-x), escala 1:100,000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 52 p. Menciona que el grupo Iscay, aflora en inmediaciones de la ciudad de Juliaca, consiste en brechas, tobas y lavas de textura traquítica que contienen plagioclasas y clinopiroxenos.

- b) Valdivia, W.; Chumpitaz, M.; Benites, A. & Anastacio, A. (2021) - Geología del cuadrángulo de Juliaca (hojas 31v1, 31v2, 31v3, 31v4). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 32, 119 p, 4 mapas. Menciona que Juliaca está ubicada sobre depósitos aluviales, conformadas por gravas polimícticas, redondeadas a subredondeadas, y arenas que constituyen terrazas y abanicos aluviales extensos.
- c) Rodríguez, R.; Sánchez, E.; Choquehuanca, S.; Fabián, C. & Del Castillo, B. (2020). Geología de los cuadrángulos de Puno (hojas 32v1, 32v2, 32v3, 32v4) y Ácora (hojas 32x1, 32x2, 32x3 y 32x4). INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 2, 109 p., 8 mapas. En inmediaciones de Juliaca aflora el grupo Ambo, con su mayor afloramiento en El Carmen, al sureste de la ciudad de Juliaca (hoja 32v1). En general, sobreyace en discordancia al Grupo Cabanillas e infrayace de igual forma al Grupo Iscay
- d) Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental (2002). "Estudio de riesgos geológicos del Perú: Franja N° 2 - [Boletín C 27]". INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Menciona ocurrencias de aumento del nivel de agua y desborde del río Ramis, en este estudio se recomienda colocar defensas por ambas márgenes, el río mencionado cruza la ciudad de Juliaca, a su extremo este.
- e) Gomez, H. & Pari, W. (2020) - Peligro geológico en la región Puno. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 77, 236 p., 9 mapas. Menciona que Juliaca, es susceptible a peligros geohidrológicos como: erosión fluvial e inundación. Superficie de suelo formado por gravas y arenas de matriz limoarcillosa, pendiente suave (1°-5°) cubierto por pastos naturales. El principal detonante es la presencia de lluvias intensas y/o excepcionales

### 1.2.1. Ubicación

El área de estudio se ubica en La urbanización La Florida en inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación, del distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno. Dentro de las coordenadas siguientes:

**Cuadro 1.** Coordenadas de área evaluado.

Área de estudio	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
La Florida en inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación	378603	8285381	-15.506048°	-70.131838°



**Figura 1.** Vista aérea del área de estudio.



**Figura 2.** Trabajos de campo junto al personal de defensa civil del distrito de Juliaca.

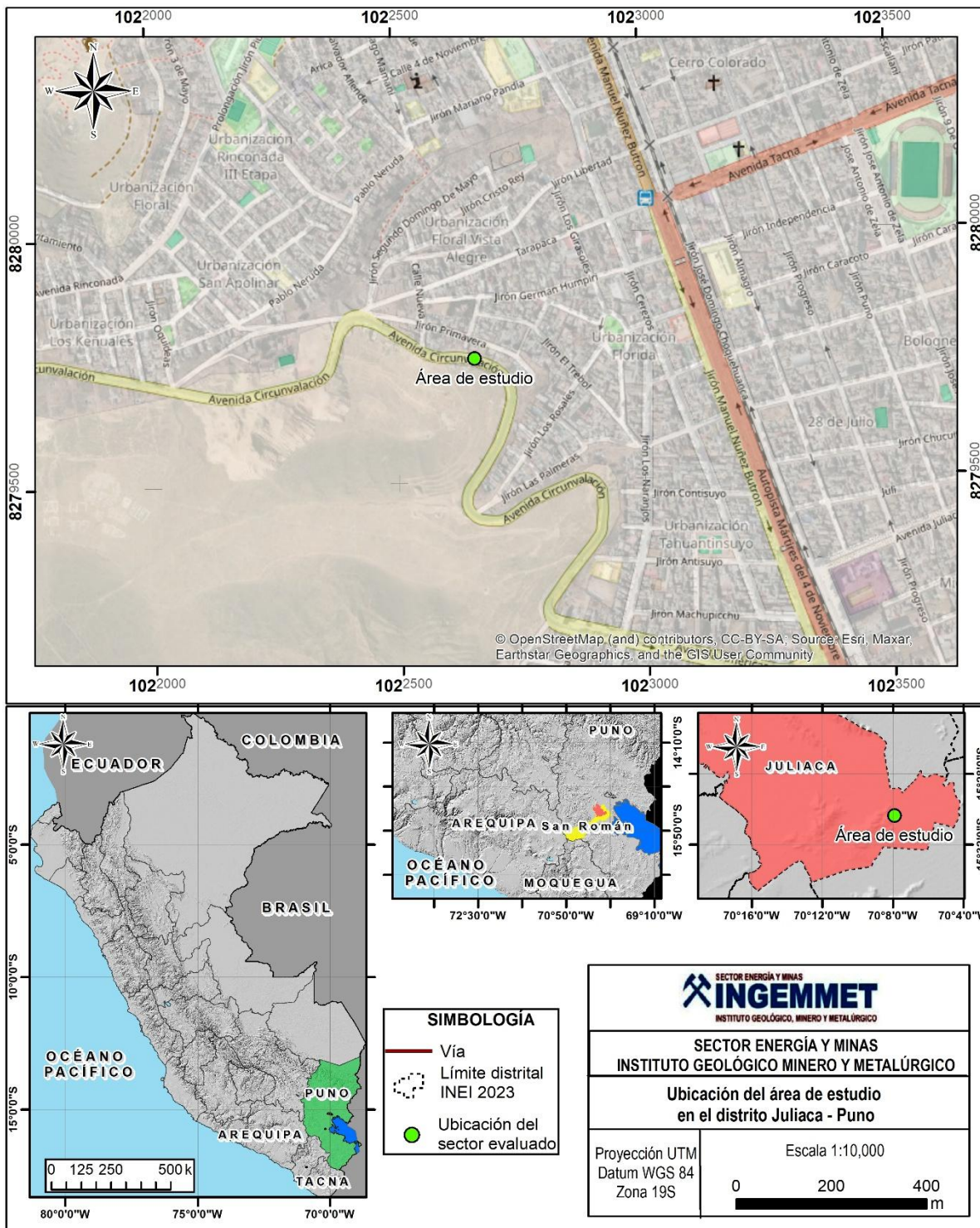


Figura 3. Ubicación del área de estudio en Juliaca.

El acceso al área de estudio se realizó por vía terrestre partiendo desde la ciudad de Arequipa, siguiendo la siguiente ruta:

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
<b>Arequipa - Juliaca</b>	Asfaltada	267	4 h 54 min
<b>Juliaca – Área de estudio</b>	Asfaltada	10	15 min

### 1.2.2. Precipitación pluvial

Según la información disponible para el entorno del área de estudio, se emplearon los registros de las estaciones meteorológicas Lampa y Puno, pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) (figuras 4 y 5).

De acuerdo con la estación Lampa, la precipitación máxima registrada en el periodo comprendido entre 1963 y 2012 alcanzó los 63 mm.

Por su parte, la estación Puno registró una precipitación máxima de 75 mm durante el periodo comprendido entre 1964 y 2003.

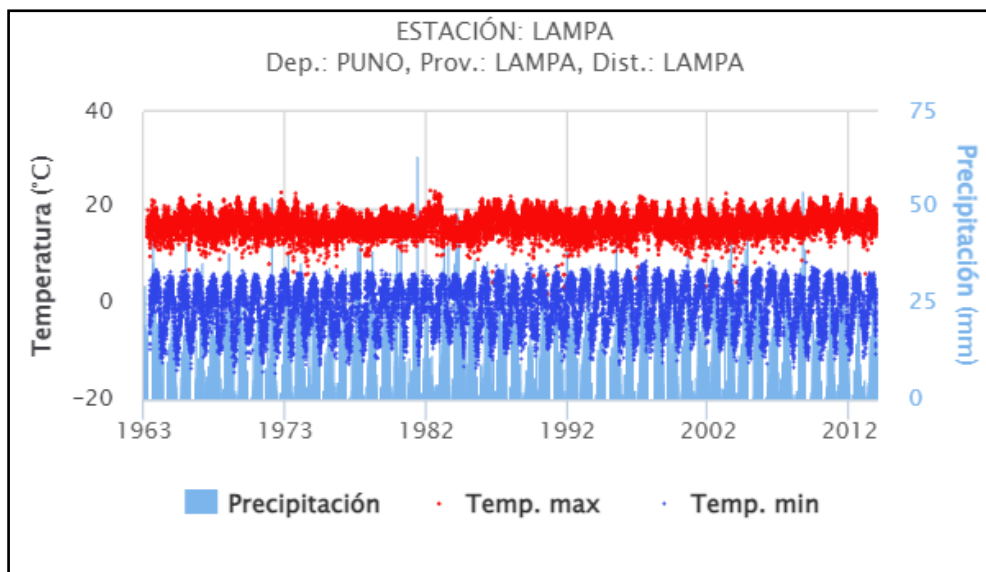


Figura 4. Precipitación según la estación Lampa.

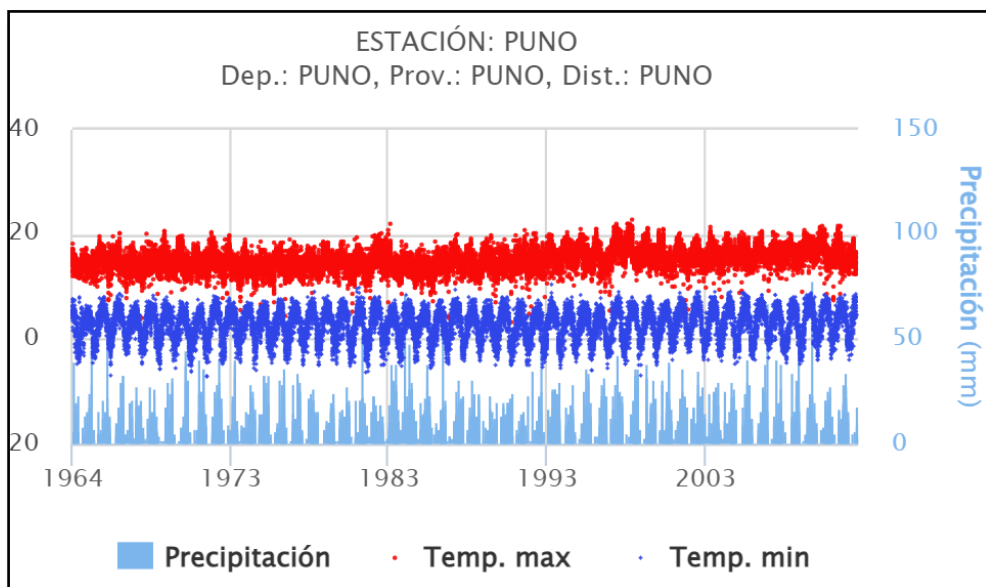


Figura 5. Precipitación según la estación Puno.

## 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 (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.

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

**Arcilla:** Suelo para ingeniería 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. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

**Avalancha de detritos:** Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo (Hung et al., 2001).

**Avalancha de roca:** Movimiento tipo flujo, extremadamente rápido y masivo de roca fragmentada proveniente de un gran deslizamiento de roca, o de una caída de roca (Hung et al., 2001).

**Caída:** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

**Caída de rocas:** Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

**Coluvial:** Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

**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.

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

**Derrumbe:** Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas altamente meteorizadas y fracturadas.

**Deslizamiento:** Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

**Erosión de laderas:** Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

**Escarpe o escarpa:** Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

**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.

**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.

**Fractura:** Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

**Inactivo abandonado:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

**Inactivo estabilizado:** Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control (Cruden y Varnes, 1996).

**Inactivo latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

**Inactivo relicto:** Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y Varnes, 1996).

**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. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, altamente meteorizada y suelo residual.

**Movimiento complejo:** Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

**Movimiento en masa:** Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

**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.

**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.

**Suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).

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

**Vuelco:** Movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978).

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Para el análisis geológico, se tomó como referencia el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Juliaca (hojas 31v1, 31v2, 31v3 y 31v4) elaborado por Valdivia, W.; Chumpitaz, M.; Benites, A. y Anastacio, A. (2021), así como el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Puno (hojas 32v1, 32v2, 32v3 y 32v4) elaborado por Rodríguez, R.; Sánchez, E.; Choquehuanca, S.; Fabián, C. y Del Castillo, B. (2020).

Dicho análisis fue complementado mediante la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones directas en campo, lo que permitió precisar las unidades litológicas, estructuras geológicas y rasgos morfoestructurales presentes en el área de estudio.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

**Secuencia volcánica Iscay:** En los alrededores de la ciudad de Juliaca, la Secuencia Volcánica Iscay está conformada predominantemente por depósitos tobáceos de tonos pálidos a beige, que corresponden al miembro superior de la unidad. Se aprecian intensamente fracturada y medianamente meteorizada.

La unidad se hace visible en los cortes generados por las obras de infraestructura vial, Av. Circunvalación.

**Depósito coluvial:** Conformado por una mezcla heterogénea de bloques angulosos y heterométricos, inmersos en una matriz de materiales finos (arenas y limos). Estos depósitos se encuentran no consolidados, formando escombreras o acumulaciones al pie de laderas.

**Depósito aluvial:** Unidad acumulada en las partes bajas. Están constituidas por gravas polimícticas en una matriz arenosa y limoarenosas con algunos lentes de arena, se observó no consolidado.

### 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

#### 4.1. Pendientes del terreno

La urbanización La Florida en inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación presenta pendientes que varían de llanos a fuertes ( $1^{\circ}$ – $25^{\circ}$ ). En determinados sectores se observan pendientes muy fuertes ( $25^{\circ}$ – $45^{\circ}$ ), mientras que en zonas más abruptas se identifican sectores escarpados con inclinaciones superiores a  $45^{\circ}$ .

Se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM), de 3 cm, a partir de fotogrametría realizada el 27 de agosto del 2025. (anexo 1, mapa 2).



Figura 6. Muestra las distintas pendientes en inmediaciones del área de estudio.

Tabla 1. Clasificación de pendientes del terreno.

Rangos de pendientes del terreno (°)	CLASIFICACIÓN
<1	Llano
1 – 5	Suavemente inclinado
5 – 15	Moderado
15 – 25	Fuerte
25 – 45	Muy fuerte a escarpado
>45	Muy escarpado

#### 4.2. Unidades Geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector, se ha empleado la propuesta de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del Ingemmet (escala 1:200.000); cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos siguientes:

**Colina en roca volcano-sedimentaria:** Se refiere a una elevación del terreno cuyas rocas tienen un origen mixto, combinando materiales de origen volcánico y sedimentario. Esto significa que se formó a partir de la acumulación de sedimentos que a su vez se interrelacionan con cenizas volcánicas y otros materiales expulsados durante erupciones, con procesos de compactación y cementación posteriores. Estas unidades se caracterizan por la presencia de estratos de areniscas, lutitas, y a menudo, niveles de tobas volcánicas y conglomerados.

**Llanura o planicie aluvial:** Es un relieve de terreno plano a ligeramente inclinado, de pendiente menor a 5°, formada por depósitos de sedimentos aluviales transportados por los ríos. Estas áreas se extienden desde el borde litoral hasta los piedemontes y se caracterizan por su relieve suave y la acumulación de material fluvial.

**Vertiente coluvial de detritos:** Son depósitos de bloque de rocas en la base de las laderas de montañas, bloques con la misma litología, se producen por caídas, vuelcos y meteorización física, los bloques más angulosos suelen depositarse en la base. En la zona de estudio, se dan en inmediaciones de la asociación La Florida, próximo al Jr. Los Sancayos con la Av. Circunvalación.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En la urbanización La Florida en inmediaciones del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación, se identificó peligro geológico de tipo derrumbe. Este proceso tiene como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelo, el drenaje superficial y la cobertura vegetal. Como factores “detonantes” se tiene las lluvias periódicas y extraordinarias que caen en el área; así como, la actividad sísmica.

### 5.1. Derrumbe

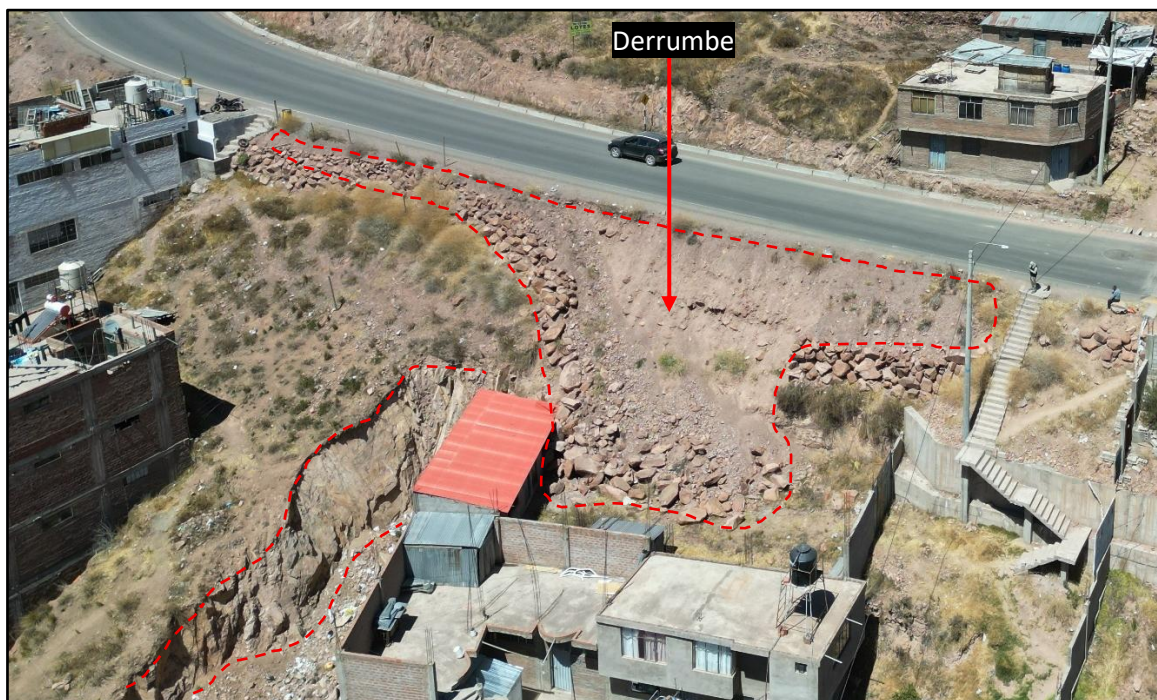
Se ha identificado un derrumbe reciente en la urbanización La Florida, próximo a la intersección del Jr. Los Sancayos con la Av. Circunvalación, en la ciudad de Juliaca. El evento se produjo en un muro de contención de piedra construido para sostener la plataforma vial. A simple vista, se evidencia que el muro de contención instalado, presenta deficiencias constructivas y falta de mantenimiento, lo que habría contribuido a su falla parcial.

Dicho derrumbe, presenta una zona de arranque de aproximadamente 50 metros de longitud, con un recorrido descendente de 15 metros hasta su zona de depósito. Se observa un desnivel promedio de 3 metros, asociado a la diferencia topográfica entre la vía y las áreas adyacentes. El movimiento afectó directamente a una vivienda contigua, sobre cuyo techo se identifican bloques de roca sueltos que provocaron daños en la cobertura de calamina, además de la invasión parcial del material derrumbado en el patio del inmueble.

De acuerdo con el testimonio del representante de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de San Román, el evento habría ocurrido durante los primeros meses del año, inmediatamente después de un periodo de lluvias intensas que saturaron el suelo y debilitaron la estabilidad del muro.

Asimismo, se considera que la vibración generada por el tránsito frecuente de vehículos de carga pesada sobre la vía habría acelerado la pérdida de estabilidad del talud y favoreciendo el desprendimiento de los bloques.

Actualmente, el sector permanece con riesgo latente de nuevos desprendimientos, especialmente en temporada de lluvias, por lo que se recomienda realizar una evaluación estructural detallada del muro, implementar obras de refuerzo e instalar señalización preventiva para reducir la exposición de la población.



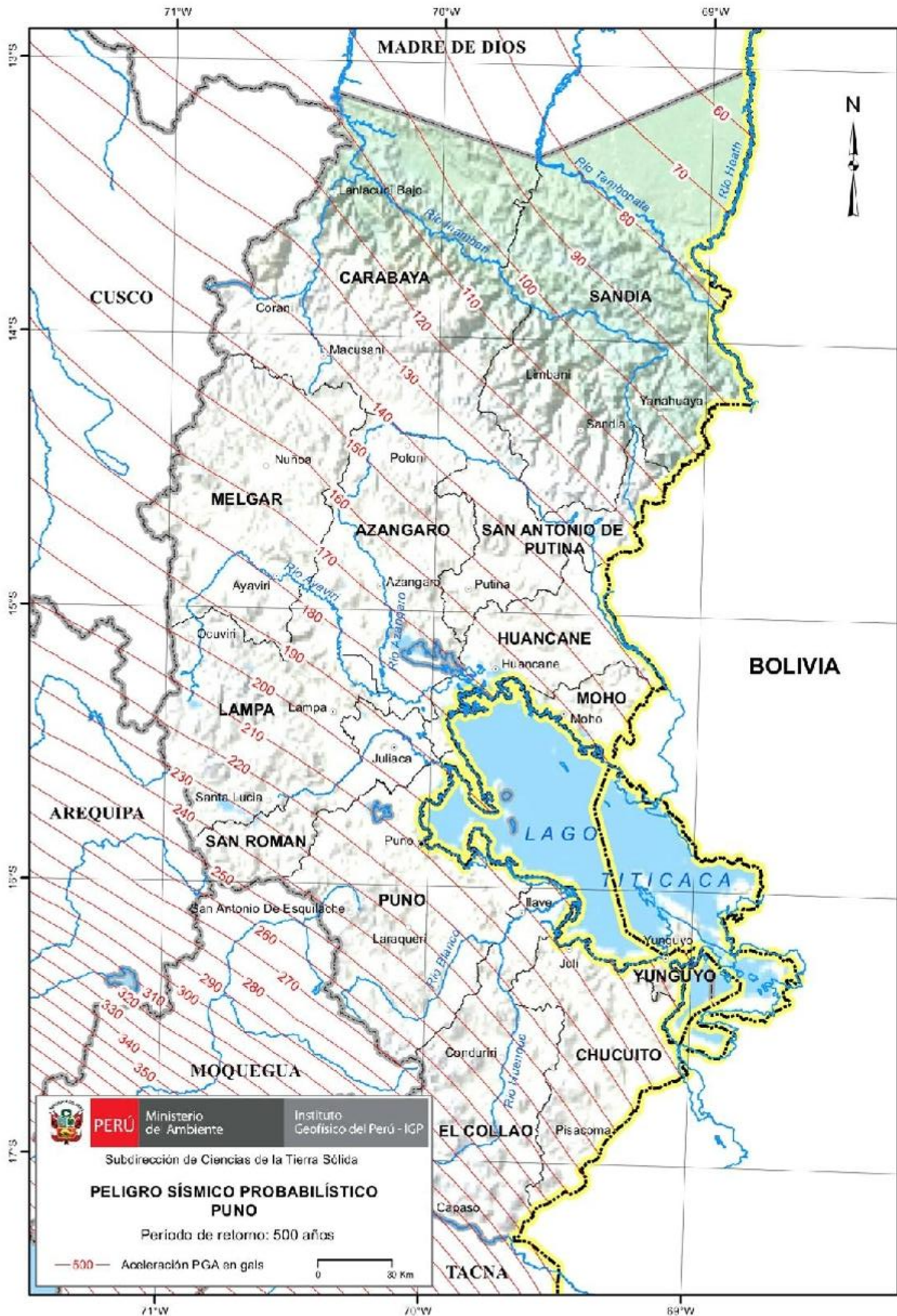
**Figura 7.** Derrumbe en la urbanización La Florida, próximo a la intersección del Jr. Los Sancayos con la Av. Circunvalación.

## 5.2. Factores condicionantes

- Presencia de depósitos coluviales no consolidados, rocas intensamente fracturadas y medianamente meteorizadas de la secuencia volcánica Iscay.
- Laderas con pendientes fuertes ( $25^\circ$ ) a escarpadas ( $>45^\circ$ ), que favorecen la inestabilidad.
- Identificación de unidades geomorfológicas vertiente coluvial de detritos.

## 5.3. Factores desencadenantes

- Lluvias intensas: Las precipitaciones extremas constituyen uno de los principales factores desencadenantes de los procesos de remoción en masa, favoreciendo la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes. Estos eventos están directamente relacionados con la saturación de los suelos, la reducción de la cohesión de los materiales y la pérdida de resistencia al corte en laderas con pendientes moderadas a fuertes.
- Sismos: Los movimientos sísmicos representan otro de los factores detonantes más significativos en la generación de deslizamientos y derrumbes, especialmente en laderas conformadas por materiales poco consolidados o con antecedentes de inestabilidad estructural. De acuerdo con el Mapa de Peligros Sísmicos del Instituto Geofísico del Perú (IGP), elaborado para un período de retorno de 500 años, el departamento de Puno presenta aceleraciones máximas esperadas del suelo (PGA) que varían entre 60 y 300 gals. Particularmente, el área de estudio se encuentra dentro de una zona donde las aceleraciones esperadas oscilan entre 190 y 200 gals, lo que indica un nivel de amenaza sísmica moderado, suficiente para desencadenar movimientos de masa secundarios en zonas con suelos saturados o taludes inestables.



**Figura 8.** Aceleraciones para periodos de retorno de 500 años para el departamento de Puno. Unidad de medida gals. Tomado de: Catálogo general de isosistas para sismos del Perú (IGP, 2014).

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis geológico, geomorfológico, trabajos de campo y evaluación de peligros en la zona de estudio, se concluye lo siguiente

1. En el área de estudio afloran depósitos tobáceos de la secuencia volcánica Iscay, se encuentran muy fracturados y moderadamente meteorizados. Asociados a estos afloramientos se identifican depósitos coluviales heterogéneos y no consolidados, constituidos por bloques angulosos inmersos en una matriz arenosa limosa, además de depósitos aluviales localizados en las partes bajas, conformados por gravas polimícticas y arenas de matriz limoarenosa.
2. Las unidades geomorfológicas reconocidas corresponden a colina en roca volcano-sedimentaria, vertiente coluvial de detritos y planicie aluvial. Las pendientes del terreno varían desde llanas hasta muy escarpadas ( $1^\circ - > 45^\circ$ ), siendo los sectores con inclinaciones superiores a  $25^\circ$  los más susceptibles a procesos de remoción en masa.
3. El proceso geodinámico identificado corresponde a un derrumbe reciente ocurrido sobre el muro de contención de piedra ubicado en la intersección del Jr. Los Sancayos con la Av. Circunvalación. El derrumbe presenta un arranque con longitud de 50 m, un desnivel de 3 m y la masa deslizada recorrida 15 m, afectó una vivienda contigua, se evidenció bloques provenientes del derrumbe sobre el techo y material sobre el patio.
4. Los factores condicionantes del derrumbe están asociados a la presencia de materiales poco consolidados (coluviales), rocas tobáceas muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, pendientes pronunciadas y deficiente drenaje superficial.
5. Entre los factores detonantes, se identifican las lluvias intensas, así como los ocurridos durante los primeros meses del año 2025, que generaron la saturación del suelo y disminuyeron la resistencia al corte de los materiales. Adicionalmente, las vibraciones producidas por el tránsito frecuente de vehículos de carga pesada sobre la vía habrían acelerado la falla del muro.
6. En función de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas observadas, se concluye que la urbanización La Florida se encuentra en peligro alto por derrumbe, con riesgo potencial de reactivación durante la temporada de lluvias.

## 7. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones generales orientadas a la reducción y mitigación del riesgo. La implementación de estas medidas contribuirá a disminuir el riesgo ante la posible reactivación del deslizamiento y la ocurrencia de nuevos procesos de remoción en masa.

### Medidas estructurales

1. Reforzar o reconstruir el muro de contención existente, aplicando criterios de ingeniería geotécnica y estructural adecuados.
2. Implementar obras de drenaje superficial y subterráneo en la parte alta de la vía y en el entorno del muro, con el fin de evitar la infiltración de aguas pluviales hacia los materiales inestables. Se sugiere la construcción de cunetas revestidas, drenes longitudinales y canaletas transversales.
3. Estabilizar los taludes adyacentes en los sectores con mayor pendiente, con el objetivo de contener el desprendimiento de bloques y minimizar el impacto sobre las viviendas próximas.

Estas medidas deben ser realizadas por profesionales especialistas en geotecnia, con previo estudio geotécnico.

### Medidas no estructurales

1. Evitar la ampliación o construcción de nuevas viviendas en las zonas inmediatas al pie del talud o dentro del área potencial de impacto del derrumbe.
2. Realizar talleres de sensibilización y capacitación comunitaria sobre prevención y respuesta ante movimientos en masa, promoviendo la participación de la población en la gestión del riesgo.
3. Antes de ejecutar cualquier tipo de obra de estabilización, se recomienda realizar estudios geotécnicos y de mecánica de suelos detallados, a fin de definir las características de los materiales y las soluciones de ingeniería más adecuadas.
4. Retirar los bloques y materiales inestables acumulados en el pie del talud y sobre el techo de la vivienda afectada, para prevenir nuevos impactos ante eventos de lluvia o vibraciones por tránsito.

## BIBLIOGRAFÍA

Cruden, D.M. y Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, 36-75 p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de Riesgo Geológico del Perú, Franja N°1. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 23, 290 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en Masa en la Departamento Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas – PMA: GCA (2007). Movimientos en masa en la región andina: Una guía para la evaluación de amenazas.

Corominas, J. & García Y agüe A. (1997). Terminología de los movimientos de ladera. I V Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3, 1051-1072

Sánchez, A. & Zapata, A. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Sicuani (29-t), Nuñoa (29-u), Macusani (29-v), Limbani (29-x), Sandía (29-y), San Ignacio (29-z), Yauri (30-t), Azángaro (30-v), Putina (30-x), La Rinconada (30-y), Condorama (31-t), Ocuwiri (31-u), Juliaca (31-v), Callalli (32-t) y Acora (32-x), escala 1:100,000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 52 p.

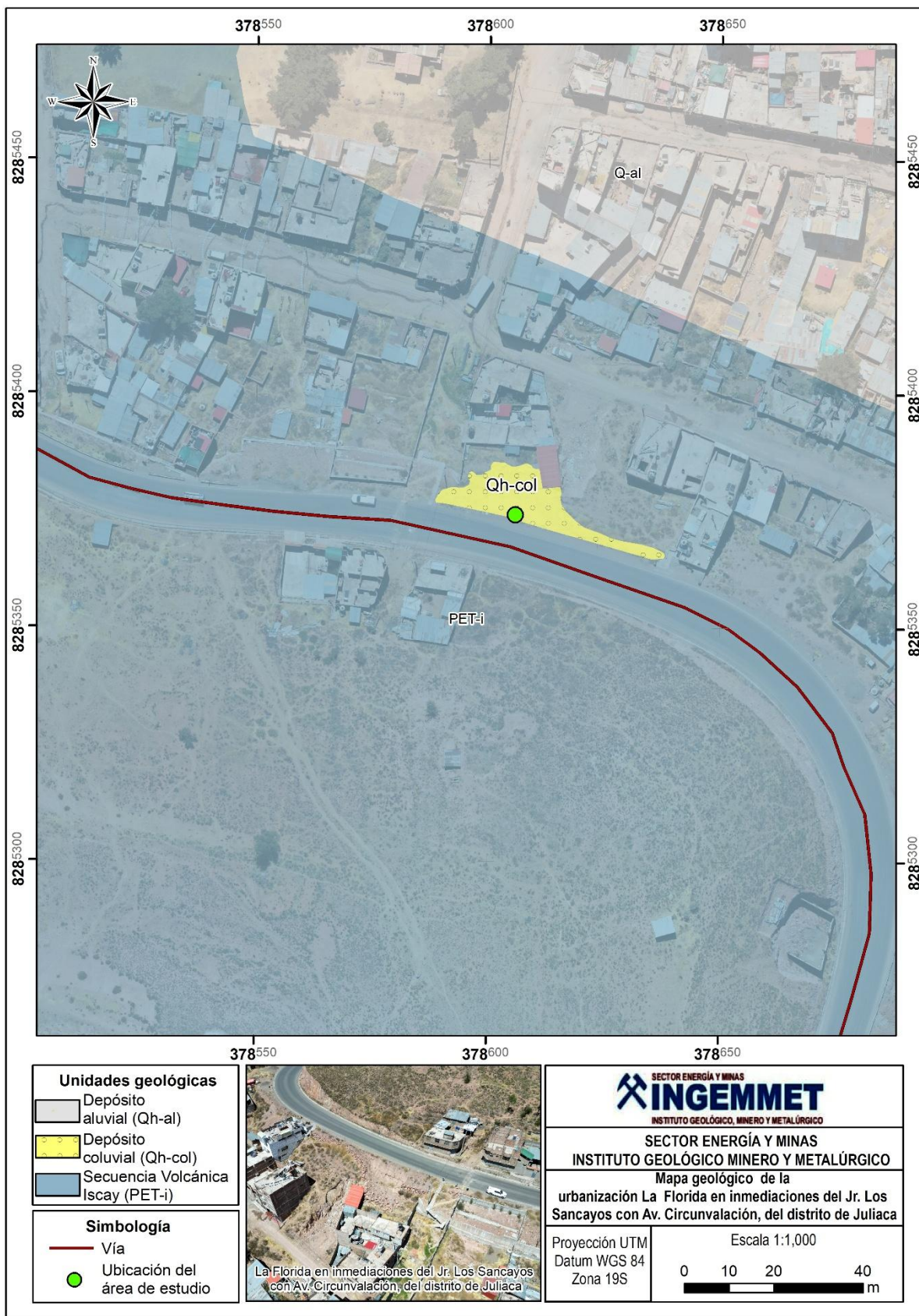
Valdivia, W.; Chumpitaz, M.; Benites, A. & Anastacio, A. (2021) - Geología del cuadrángulo de Juliaca (hojas 31v1, 31v2, 31v3, 31v4). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 32, 119 p, 4 mapas.

Rodríguez, R.; Sánchez, E.; Choquehuanca, S.; Fabián, C. & Del Castillo, B. (2020). Geología de los cuadrángulos de Puno (hojas 32v1, 32v2, 32v3, 32v4) y Ácora (hojas 32x1, 32x2, 32x3 y 32x4). INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 2, 109 p., 8 mapas.

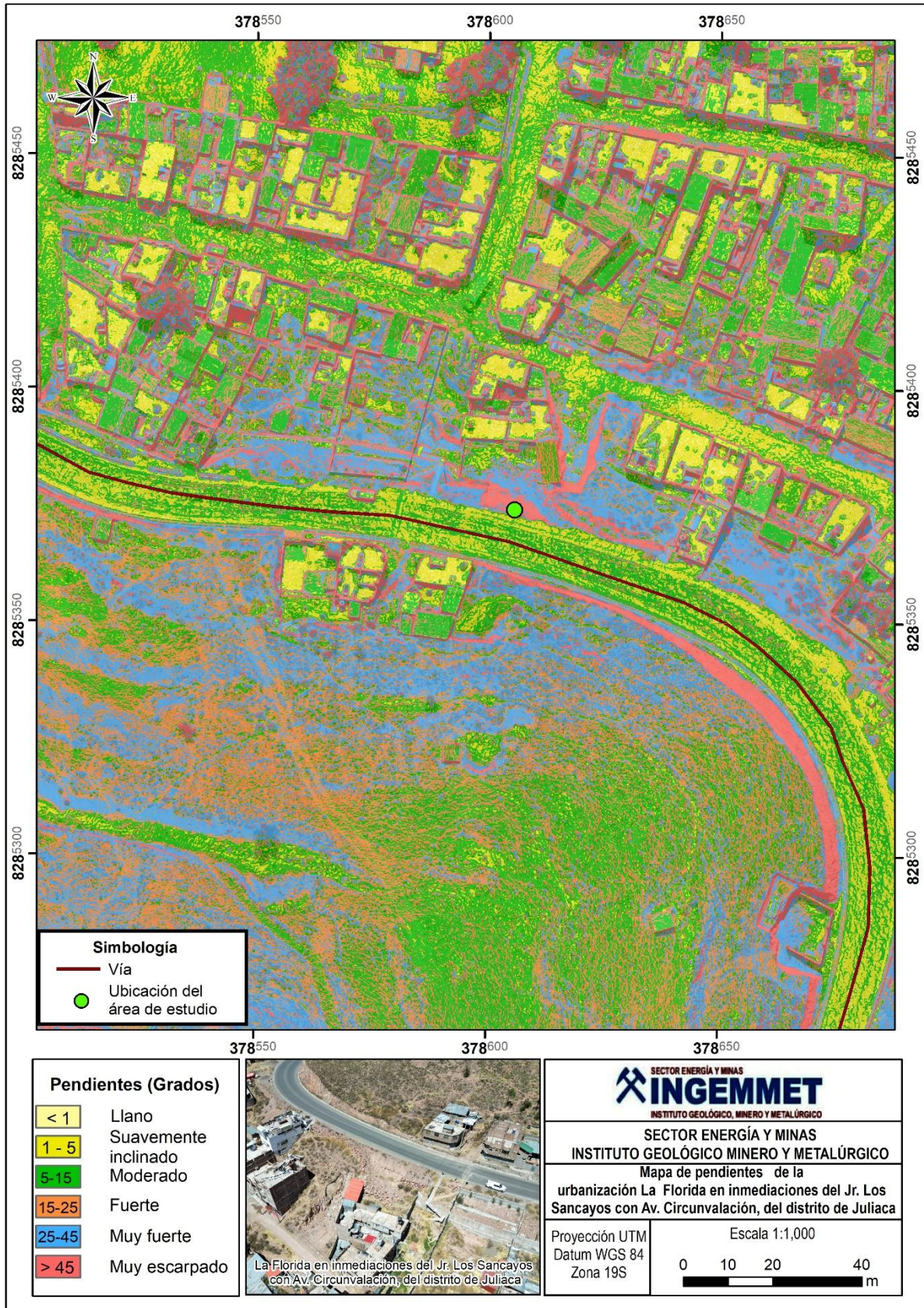
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental (2002). "Estudio de riesgos geológicos del Perú: Franja N° 2 - [Boletín C 27]". INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.

Gomez, H. & Pari, W. (2020) - Peligro geológico en la región Puno. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 77, 236 p., 9 mapas.

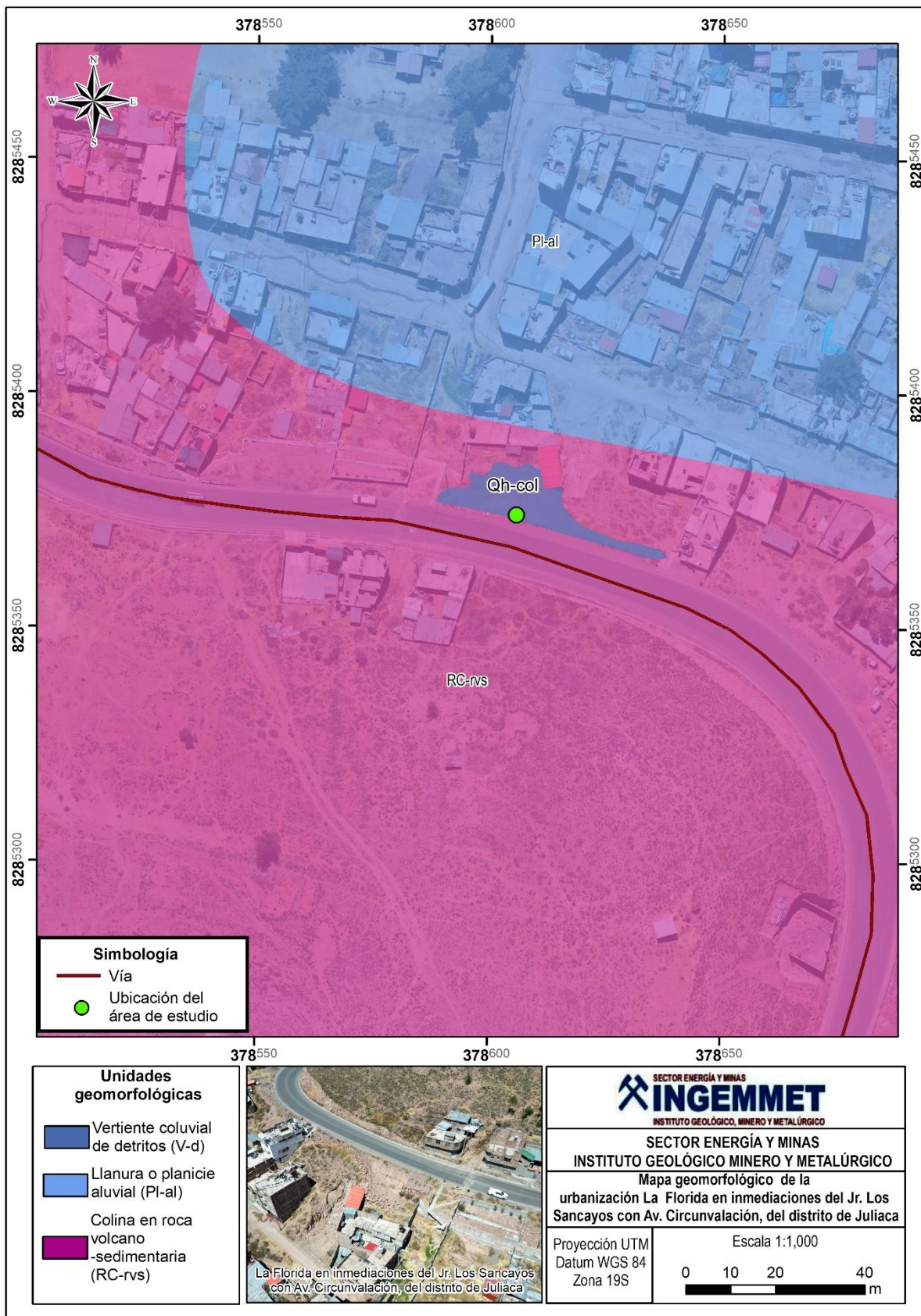
**ANEXO 1 MAPAS**



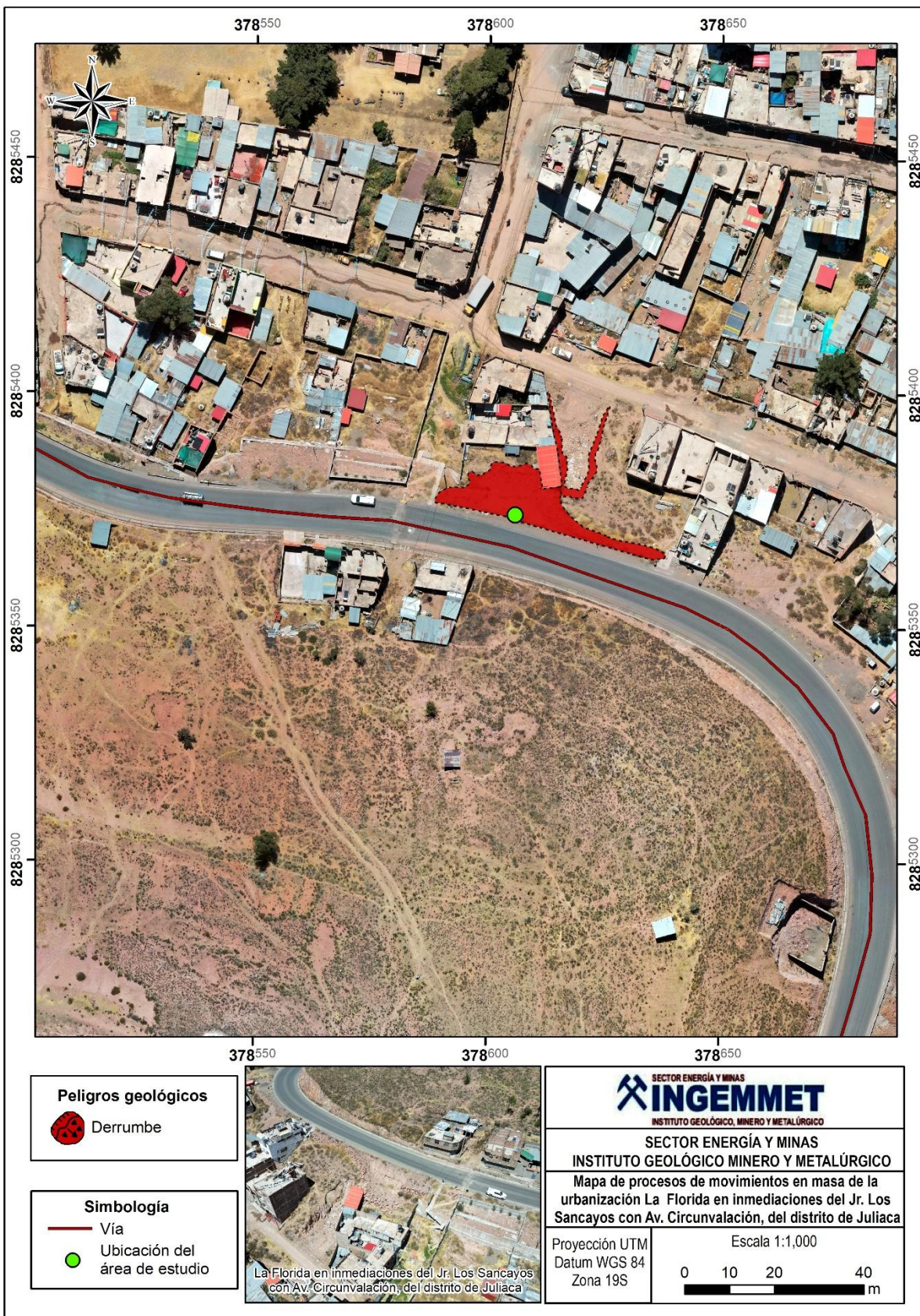
Mapa N°1. Mapa geológico del área de trabajo. Tomado y modificado del mapa geológico del cuadrángulo de Juliaca. Valdivia, W.; Chumpitaz, M.; Benites, A. & Anastacio, A. (2021)



Mapa N°2. Pendientes del área evaluada. Fuente: propia.



Mapa N° 3. Unidades geomorfológicas del área de trabajo. Tomado y modificado del mapa geomorfológico a escala 1:200,000 del INGEMMET.



Mapa N° 4. Cartografía de procesos de movimientos en masa, en la urbanización La Florida, en el cruce del Jr. Los Sancayos con Av. Circunvalación.