

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7213**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES URBANIZACIÓN VILLA SAN JUAN Y MALECÓN MUELANA

Departamento Amazonas  
Provincia Chachapoyas  
Distrito Magdalena



ENERO  
2022

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

*Equipo de investigación:*

*Luis Miguel León Ordáz*

*Francisco Crithiam Díaz Cruz*

#### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). *Evaluación de peligros geológicos en los sectores Urb. Villa San Juan y Malecón Muelana distrito de Magdalena, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7213, 40p

## INDICE

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Objetivos del estudio .....	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....	2
1.3. Aspectos generales .....	4
2. DEFINICIONES.....	6
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	8
2.1. Unidades litoestratigráficas .....	8
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	10
3.1. Modelo digital de elevaciones .....	10
3.2. Pendientes del terreno .....	10
3.3. Unidades geomorfológicas .....	11
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	14
4.1. Sector Urb. Villa San Juan .....	15
4.2. Sector Malecón Muelana.....	19
4.3. Factores condicionantes.....	19
4.4. Factores desencadenantes .....	21
6. CONCLUSIONES.....	23
7. RECOMENDACIONES .....	23
8. BIBLIOGRAFIA .....	24
ANEXOS: MAPAS.....	26

## RESUMEN

El presente informe comprende la evaluación de peligros geológicos realizada en los sectores: Urb. Villa San Juan y Malecón Muelana, ubicados en el distrito Magdalena, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas; propuestos para reubicación definitiva de la población afectada en las riberas de la quebrada Guichmal, considerada **zona crítica con peligro muy alto de deslizamiento - flujo**, localizados en el mismo distrito y provincia antes mencionado.

Las unidades litoestratigráficas aflorantes corresponden a secuencias sedimentarias de areniscas, calizas y arcillitas de la formación Aramachay y Condorsinga del grupo Pucará. Así mismo se presentan depósitos coluviales que cubren los estratos rocosos.

Las geoformas identificadas según su origen tectónico – degradacional, se conforman de la subunidad de montaña en roca sedimentaria (RM-rs), con pendientes predominantes de 5 a 15°, conformada por afloramientos de areniscas, calizas y limoarcillitas, en las zonas urbanas y de 25° a 45° en los alrededores; así también se han identificado geoformas de origen depositacional y agradacional, que corresponde a la unidad de planicie (terraza aluvial) ubicada a lo largo del cauce del río Utcubamba.

En áreas colindante a Villa San Juan, se identificó procesos de erosión por surco, algunos derrumbes de pequeña dimensión, un escarpe de deslizamiento rotacional antiguo y un flujo, contiguo a la zona propuesta en sí.

Los afloramientos sedimentarios, se muestran moderadamente meteorizados sobre pendientes suavemente inclinadas en la zona urbana a muy fuerte en los alrededores, considerándose zona de **PELIGRO MEDIO**.

En el área propuesta de Malecón Muelana, no se han observado procesos geológicos activos, las pendientes van desde suavemente inclinada en la zona urbana a fuerte en los alrededores, se considera de **PELIGRO BAJO**.

En ambos sectores no se observan peligros geológicos activos de gran magnitud, sin embargo, la actividad geodinámica presente en los alrededores, determinada por erosiones en surcos, condicionados por la presencia de pendientes variables, así como la presencia de afloramientos calcáreos moderadamente meteorizadas y susceptibles a disolución, deben ser considerados al momento de establecer las áreas ocupadas para cimentaciones y habilitaciones del nuevo poblado a asentar. De igual modo, debe mejorarse el sistema de drenaje pluvial.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), como ente técnico-científico, incorpora, dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el apoyo y/o asistencia técnica a los gobiernos regionales y locales en la planificación territorial y la gestión del riesgo.

La Municipalidad Distrital de Magdalena, por medio del alcalde José Luis Tenorio Tauma mediante Oficio N°114-2021-MD/A, solicita al Ingemmet, determinar la presencia de peligro geológicos, así como la caracterización geológica y geodinámica de los sectores de Urbanización Villa San Juan y Malecón Muelana, propuestos para reubicación de la población de Guichmal, considerada **zona crítica con peligro muy alto de deslizamiento - flujo**, localizados en el mismo distrito y provincia antes mencionado. Los sectores evaluados no son áreas totalmente libres, pero es posible albergar a las viviendas de afectación directa.

La evaluación se realiza por parte de los ingenieros Luis León y Cristhiam Diaz, durante el 13 y 14 de octubre del presente año. Dicha evaluación se basa en la recopilación y análisis de antecedentes, obtención e interpretación de imágenes satelitales, elaboración de mapas para trabajos de campo, fotogrametría, toma de datos (puntos de control GPS, fotografías y llenado de formatos de identificación de peligros), cartografía geológica y geodinámica, análisis, procesamiento de información y redacción del informe final.

El presente informe se pone a disposición de la Municipalidad Distrital de Magdalena, el Gobierno Regional de Amazonas, el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades locales y funcionarios competentes, para los fines correspondientes.

### 1.1. Objetivos del estudio

El presente estudio tiene como objetivos:

- a. Identificar y evaluar peligros geológicos presentes en los sectores de Urb. Villa San Juan y el Malecón Muelana, propuestos para reubicación.
- b. Proponer recomendaciones generales para reducir o evitar daños que puedan causar los peligros geológicos identificados.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Para el presente informe se tuvo como referencia trabajos realizados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), el cual consta de boletines geológicos e informe técnico.

- a. Boletín N°56 serie A, “Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar” (INGEMMET, 1995). Describe una geología a escala 1:100 000, siendo el Cuadrángulo de Chachapoyas (13-h), la hoja a tener como referencia en este contexto.

Regionalmente se observa que los sectores de Urbanización Villa San Juan y Malecón Muelana se asientan sobre secuencias sedimentarias mesozoicas correspondientes al grupo Pucará; compuesta por secuencias sedimentaria de calizas y limoarcillitas como marrón a color marrón oscuro de la Formación Aramachay, intercaladas con calizas grises a negras, bituminosas, limoarcillitas calcáreas color marrón oscuro en estratos tabulares. De igual modo la formación Condorsinga, presenta secuencias de calizas micríticas de color gris a beige, con superficies de estratificación algo onduladas, paralelas y discontinuas, y en algunos casos, tiene intercalaciones de limoarcillitas delgadas. de colores gris claro, verdoso a amarillentas. Le siguen secuencias en la parte media superior de calizas micríticas en estratos gruesos de aspecto macizo, similar a aquellas de la Formación Chambará, pero se les diferencia porque en general carecen de nódulos de chert.

- b. Boletín N° 147, “Geología del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13-h” (Ingemmet, 2012). Describe que los sectores de estudio se ubican sobre depósitos conformados de limo arcillitas calcáreas de color marro oscuro a negro cuando son bituminosas, calizas bituminosas de color gris a negro y presencia de limos calcáreos de color crema a beige que corresponden a la formación Aramachay; secuencias calcáreas de calizas y dolomitas, las calizas muestran una coloración de gris a beige con aspecto masivo que corresponden a la formación Condorsinga.
- c. En el informe técnico N° A7009, “Evaluación de movimientos en masa en la quebrada Guichmal” (Ingemmet, 2020), se identifica un movimiento en masa complejo tipo deslizamiento – flujo, que afectó al poblado de la quebrada Guichmal, considerado como zona crítica por ende se recomendó el reasentamiento de la población de Magdalena, en la quebrada Guichmal.

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

Los sectores de la Urbanización Villa San Juan y Malecón Muelana, se ubican al norte y sur del distrito de Magdalena, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas (Anexo 01-Mapa 01). Cuentan con las siguientes coordenadas UTM WGS84 – Zona 18S y Geográficas (Tabla 1 y 2):

Tabla 1. Sector Urbanización Villa San Juan.

Vértices	UTM- WGS84 – Zona 18S		Geográficas	
	Norte	Este	Latitud	Longitud
1	9296096	177948	6°21'26.75" S	77°54'38.72" O
2	9296096	179396	6°21'27.01" S	77°53'51.65" O
3	9295000	179396	6°22'02.65" S	77°53'51.85" O
4	9295000	177948	6°22'02.38" S	77°54'38.93" O
Coordenada central de las zonas evaluadas o eventos principales				
5	9295548	178672	6°21'44.70 S	77°54'15.29" O

Tabla 2. Sector Malecón Muelana.

Vértices	UTM- WGS84 – Zona 18S		Geográficas	
	Norte	Este	Latitud	Longitud
1	9294233	178431	6°22'27.40" S	77°54'23.36" O
2	9294233	179135	6°22'27.53" S	77°54'00.48" O
3	9293565	179135	6°22'49.25" S	77°54'00.60" O
4	9293565	178431	6°22'49.12" S	77°54'23.49" O
Coordenada central de las zonas evaluadas o eventos principales				
5	9293899	178783	6°22'38.33" S	77°54'11.98" O

#### 1.3.2. Accesibilidad.

El acceso se por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca, mediante la siguiente ruta (Tabla 3):

Tabla 3. Rutas y accesos

Ruta	Km	Tipo de vía	Tiempo
Cajamarca - Chachapoyas	470	Asfaltada	10 h 30 min
Chachapoyas – Urbanización Villa San Juan Malecón Muelana	44	Asfaltada	1 h 30 min

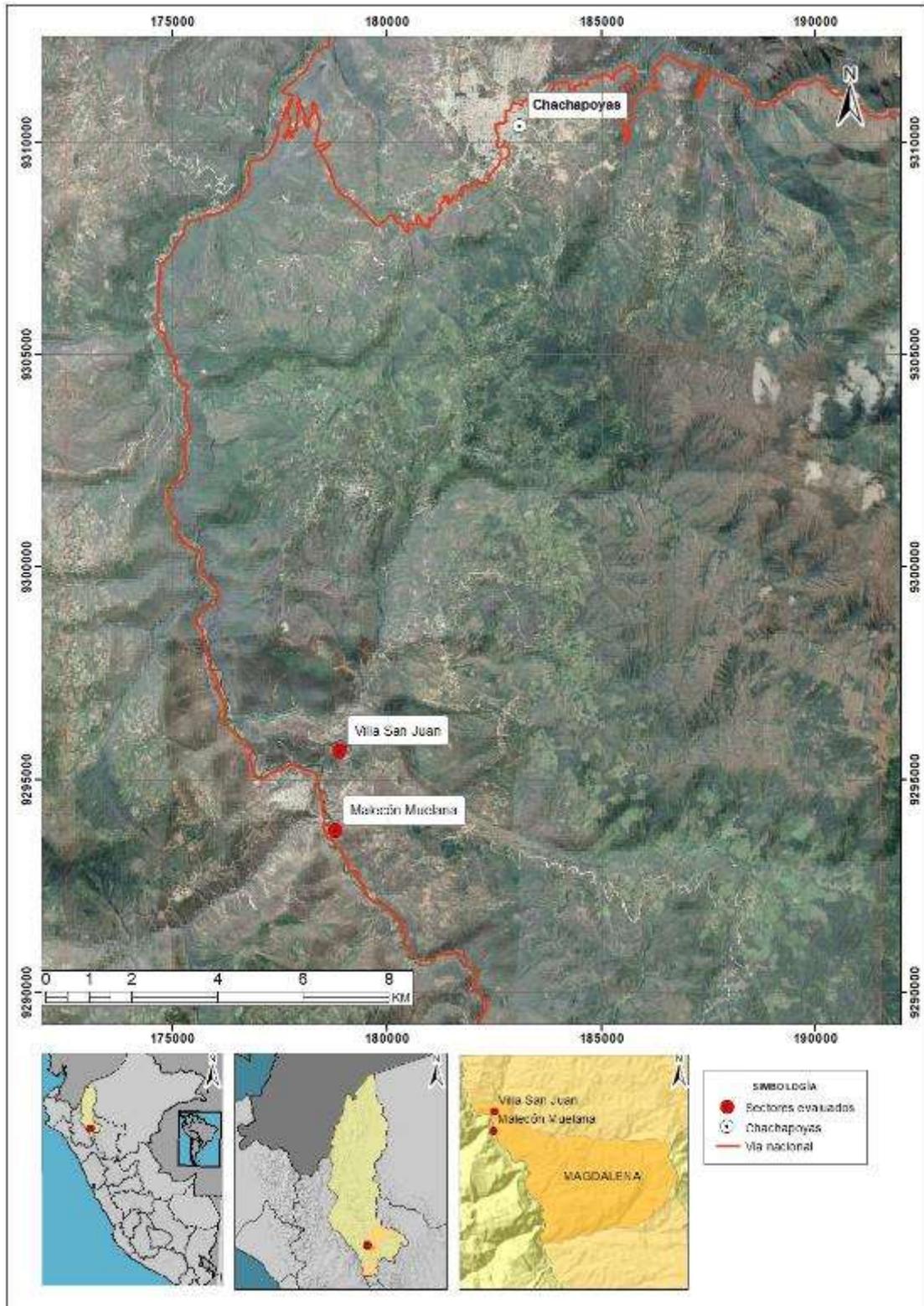


Figura 1. Ubicación de los sectores evaluados.

## 2. DEFINICIONES

### 2.1. Deslizamiento

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante

#### Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava; presentan una morfología distintiva caracterizada por un escaque principal pronunciado y una contra pendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escaque principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. (Suarez, 2009).

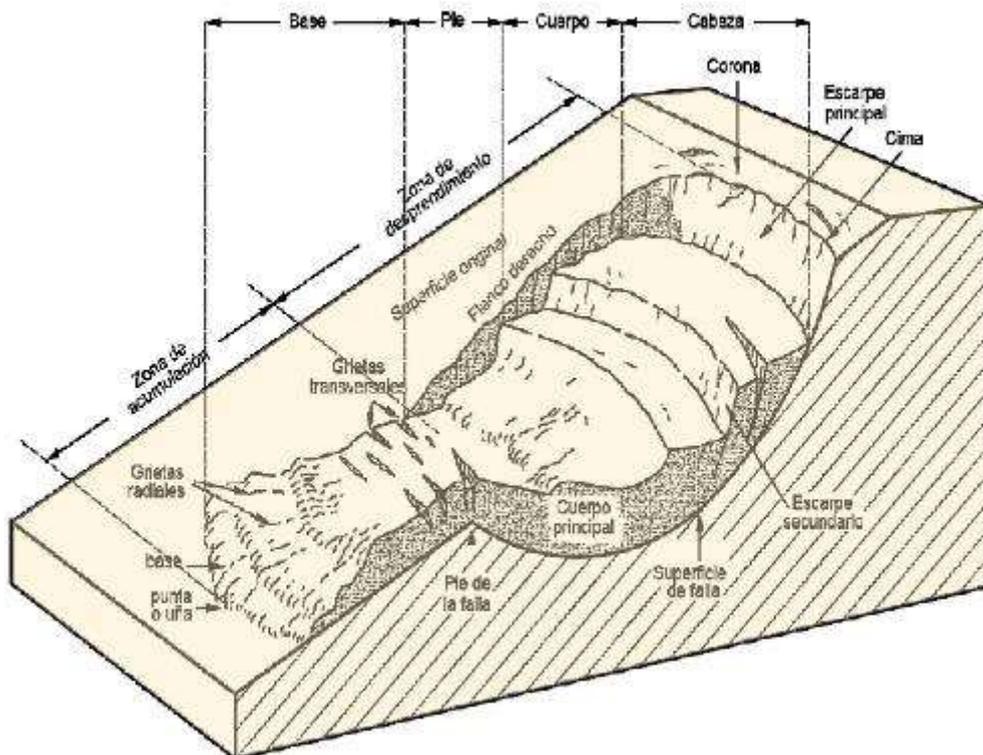


Figura 2. Esquema general de un deslizamiento rotacional modificado de (Suarez, 2009).

## 2.2. Flujo

Según Varnes (1978), un flujo es un tipo de 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.

### Flujo de detritos

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos (figura 5).

Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes (GEMMA, 2007). Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

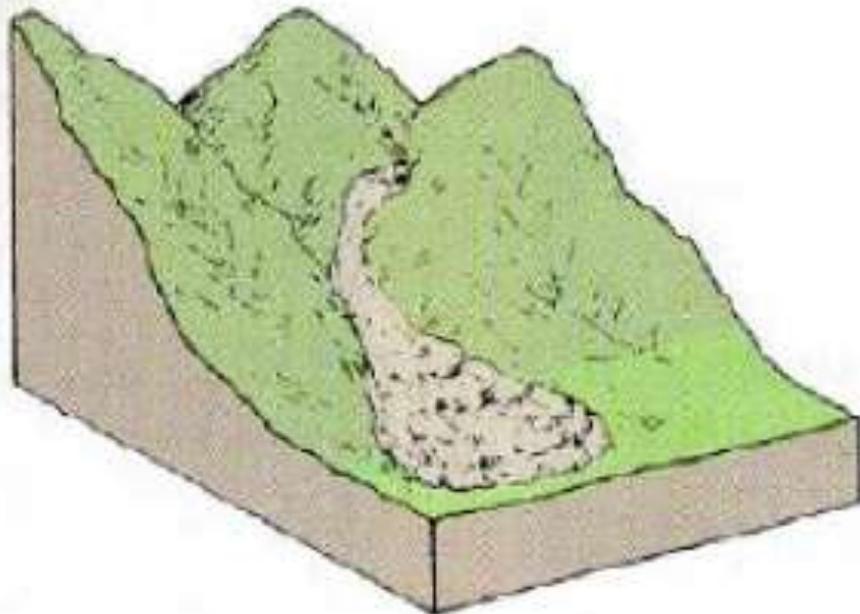


Figura 3. Esquema general de flujo de detritos, Skinner y Porter (1992)

### **3. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

Para el análisis geológico, se revisa y adapta la información presentada en el Boletín N° 147, “Geología del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13-h” (Ingemmet, 2012) a una escala 1:50 000.

De igual modo, se hace uso del informe técnico N° A7009, “Evaluación de movimientos en masa en la quebrada Guichmal” (Ingemmet, 2020), en donde se describen localmente las formaciones presentes en el distrito de Magdalena.

Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotogrametría y trabajos complementarios de campo.

#### **2.1. Unidades litoestratigráficas**

A continuación, se describen las características litológicas locales de las formaciones aflorantes:

##### **2.1.1. Formación Aramachay (Ji-a)**

La Formación Aramachay infrayace a la Formación Condorsinga, se observa en los sectores evaluados como secuencias de areniscas finas, calizas marrones claro intercaladas con limoarcillitas calcáreas marrón oscuras en estratos tabulares de 15 cm a 20 cm; éstas últimas diferenciables por su menor resistencia a la erosión y de aspecto terroso característico de los limos de la zona. (Figuras 4 y 5).

##### **2.1.2. Formación Condorsinga (Ji-a)**

Esta formación se encuentra suprayacente a la Formación Aramachay e infrayacente al Grupo Goyllarisquizga.

Presente al oeste del sector Villa San Juan, corresponde a una secuencia de areniscas, calizas micríticas de color gris a beige, dispuesta en estratos delgados entre 20 cm a 25 cm de grosor en zonas bajas y en estratos de mayor grosor en la mitad superior (figura 6). Las superficies de estratificación son discontinuas moderadamente onduladas y paralelas; intercaladas con limoarcillitas delgadas de 5 cm a 10 cm de espesor, de colores beige a gris claro; notoriamente presentan mayor resistencia a la erosión en relación con la unidad infrayacente.

##### **2.1.3. Depósitos Cuaternarios**

###### **Depósitos coluviales**

Depósitos dispuestos como material de escombros acumulados al pie de laderas, constituidos por bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos y matriz areno-limosa, que han sufrido transporte distribuidas en forma caótica, sin selección ni estratificación aparente.



Figura 4. Calizas intercaladas con limoarcillitas calcáreas fracturadas.

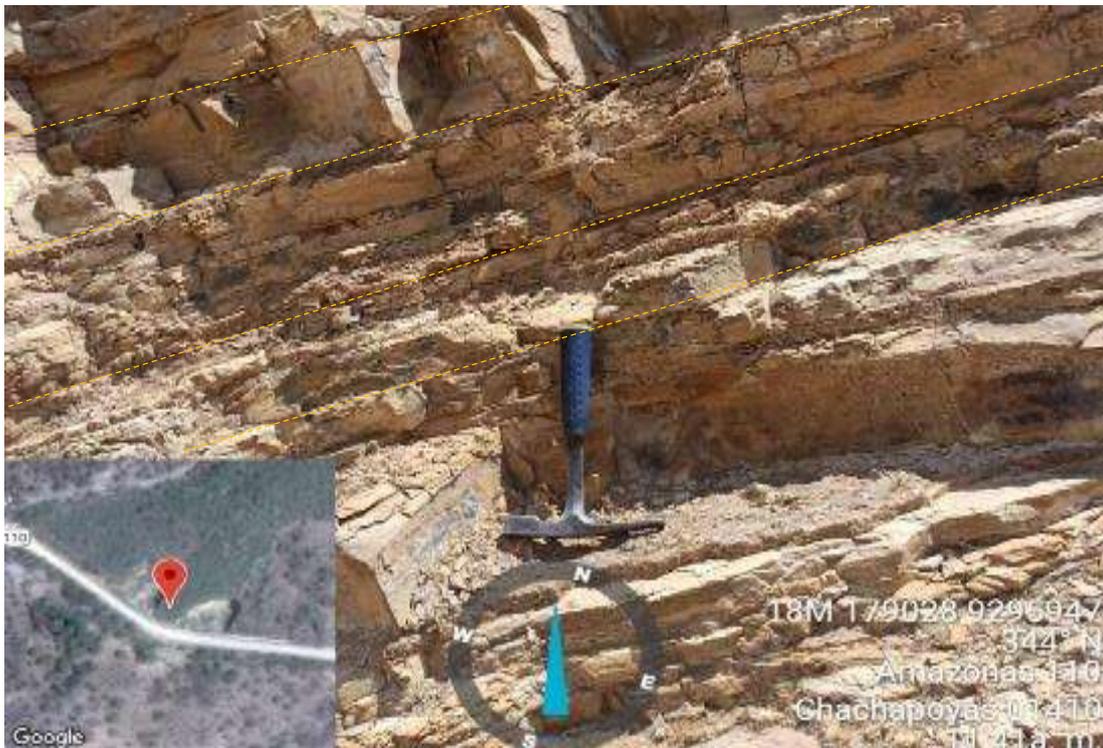


Figura 5. Calizas intercaladas con limoarcillitas beige, limitadas por superficies de estratificación planas y paralelas



Figura 6. Calizas micríticas color beige intercaladas con limoarcillitas de la Formación Condorsinga.

#### **4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

El análisis geomorfológico de la zona, se hizo mediante datos de campo y análisis fotogramétrico, tomados a partir de sobrevuelos con dron cinemático de post procesamiento (Mavic 2 pro).

Obteniendo como productos: modelo digital de elevaciones, pendientes y ortofoto con una resolución (GSD) de 5.3 cm por pixel.

##### **3.1. Modelo digital de elevaciones**

El Modelo de elevación digital (MDE) muestra que el sector Villa San Juan se ubica sobre relieves con elevaciones entre 1945 m s.n.m. a 1997 m s.n.m., mientras que el sector Malecón Muelana en elevaciones entre 1831 m s.n.m. a 1872 m s.n.m.

##### **3.2. Pendientes del terreno**

El sector Urb. Villa San Juan se ubica sobre relieves con pendientes suavemente inclinadas ( $1^\circ$  a  $5^\circ$ ) a moderadas ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ), el deslizamiento rotacional identificado se ubica al oeste de este sector sobre laderas con pendiente fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ).

El sector Malecón Muelana se ubica sobre superficies con elevaciones que varían de suavemente inclinada ( $1^\circ$  a  $5^\circ$ ) a moderada ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ), en dicha zona no se llegó a determinar peligros geológicos.

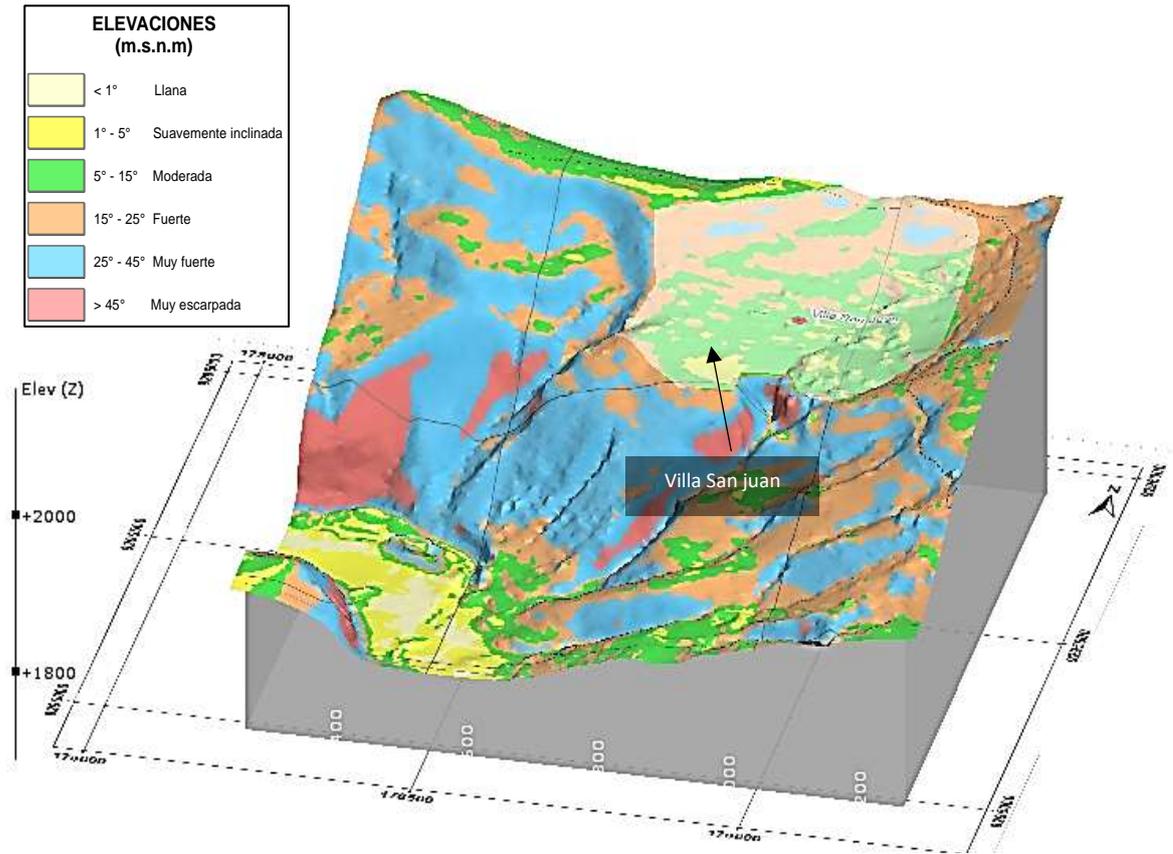


Figura 7. Modelo digital de pendientes, Sector Villa San Juan

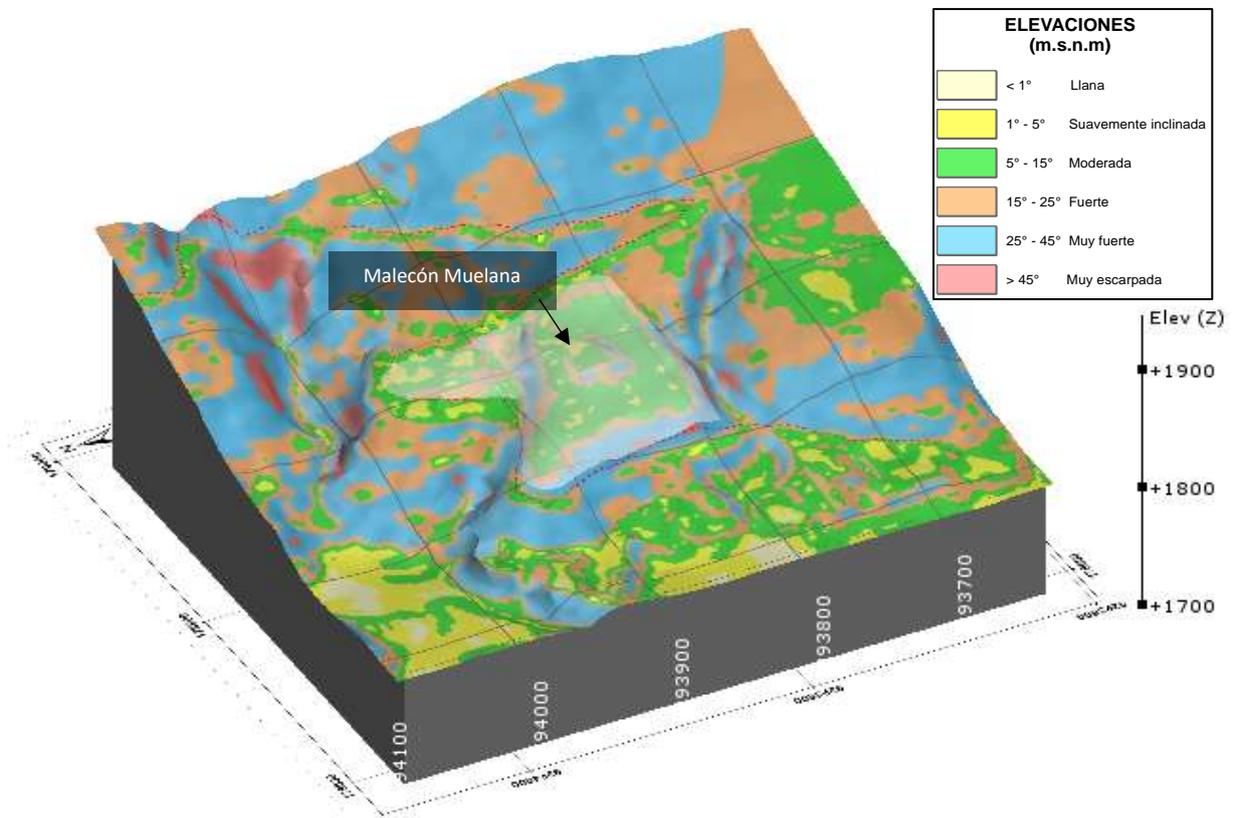


Figura 8. Modelo digital de pendientes, Sector Malecón Muelana

Los ambientes geomorfológicos observados en campo están muy ligados al proceso del levantamiento andino (profundización y ensanchamiento de valles), asociado a eventos de glaciación y deglaciación, y procesos de movimientos en masa, etc. (Medina *et al.*, 2009).

Las unidades geomorfológicas diferenciadas son muy variables, que se han originado por agentes tectónicos degradacional - erosionales y depositacionales, ocurridos a lo largo de su historia geológica.

En el ámbito regional, podemos mencionar que ambos sectores evaluados, se enmarcan y localizan en la Cordillera Oriental, conformada por cadenas montañosas con pendientes que varían desde suavemente inclinadas a muy escarpadas. Ver anexo 1, mapa 5.

En las figuras 10 y 11 se señalan las unidades y subunidades geomorfológicas identificadas para los sectores evaluados.

### **3.3.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Según Villota (2005), se forman como efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales, sobre relieves iniciales que fueron originados por procesos exógenos agradacionales o procesos tectónicos, conduciendo a la modificación parcial o total del mismo.

Los paisajes geomorfológicos en proceso de denudación forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo, en la zona de estudio, se ha identificado la siguiente unidad:

#### **3.3.1.1. Unidad de montaña**

Según Villota (2005), 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, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y con laderas regulares, irregulares a complejas; estas presentan un declive promedio superior al 30%. (p. 63)

Los sectores de Urb. Villa San Juan y Malecón Muelana se constituyen sobre una elevación natural del terreno, constituida por rocas sedimentarias tipo calizas y areniscas intercaladas con arcillitas de las formaciones Aramachay y Condorsinga, cuya cima es generalmente semiredondeada y sus laderas irregulares aledañas presentan pendientes fuertes (15° a 25°) a muy fuertes (25 - 45°).

Se han diferenciado, las siguientes subunidades:

**Subunidad de montaña en roca sedimentaria (RM-rs):** Los sectores de Urbanización Villa San Juan y Malecón Muelana se asientan sobre este tipo de geformas, conformados por afloramientos de calizas, areniscas y arcillitas, principalmente. Ver figuras 10 y 11

**Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs):** Estas geformas se ubican el sur oeste del Malecón Muelana, son la principal fuente de arena limosa, clastos y bloques que conforman la unidad pie de monte aledaña a la zona de investigación. Ver anexo 1, mapa 5.



Figura 9. Delimitación de Geoformas en el sector Malecón Muelana

### 3.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas de carácter tectónico degradacional (Villota, 2005), aquí se tiene:

#### 3.3.2.1. Unidad de piedemonte

Superficie inclinada al pie de los sistemas montañosos, formada por caídas de rocas o por el acarreo de material aluvial arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional.

**Subunidad vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at):** Están constituidas por arenas limosas y clastos angulosos a redondeados, esta subunidad fue identificada mediante ortofoto, se caracteriza por tener pendiente suave (menor a 5°), corresponde a depósitos dejados por flujos de detritos y lodo al sur de las zonas evaluadas. Ver anexo 1, mapa 5

#### 3.3.2.2. Unidad de planicie

**Subunidad de terraza aluvial (T-al):** Son aquellos remanentes de anteriores niveles de sedimentación, en los cuales se corta la corriente como consecuencia de rejuvenecimiento de paisajes, se caracteriza porque los niveles más bajos son más actuales, están asociados a procesos de erosión fluvial. En la zona de estudio se presentan a lo largo del cauce del río Utcubamba. Ver figuras 10 y 11

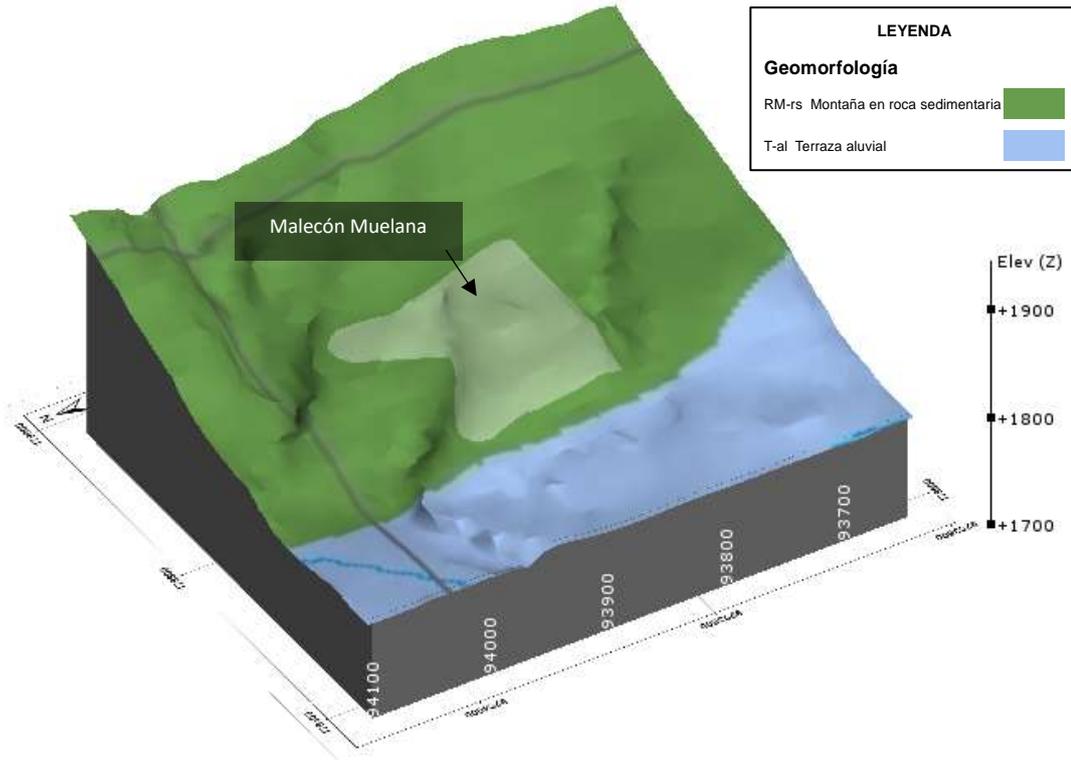


Figura 10. Identificación de unidades y subunidades geomorfológicas de Malecón Muelana, en base a ortofoto.

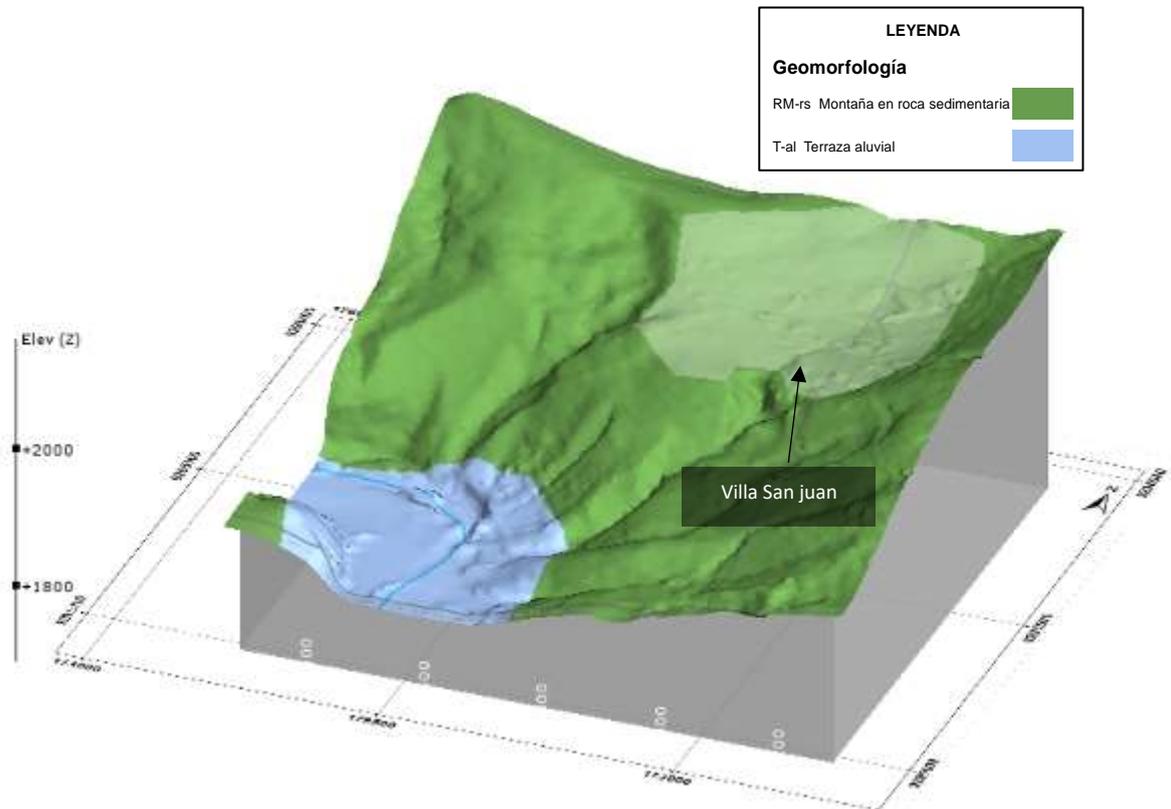


Figura 11. Identificación de unidades y subunidades geomorfológicas de Villa San Juan, en base a ortofoto.

En el sector Urbanización Villa San Juan, se identificó un movimiento en masa de tipo deslizamiento rotacional antiguo. Estos procesos se desarrollan en relieves modelados por antiguos deslizamientos y que pueden ser reactivados por procesos de erosión en surcos presentes en el área.

Para el Malecón Muelana no se ha identificado peligros geológicos activos.

#### 4.1. Sector Urb. Villa San Juan

Mediante el análisis de imágenes satelitales, fotos aéreas tomadas por Drone y trabajo de campo se describe y detalla las características y dimensiones del evento de deslizamiento rotacional antiguo, localizado al oeste del sector Urb. Villa San Juan.

- Zona arranque o corona de 250 m
- Superficie de falla rotacional.
- Volumen desplazado aproximado de 47 000 m<sup>3</sup>
- Longitud de la zona de desplazamiento de 250 m
- Ancho de la zona de desplazamiento de 200 m
- Escarpe principal de 20 m a 25 m
- Escarpe secundario de 2 m a 4 m

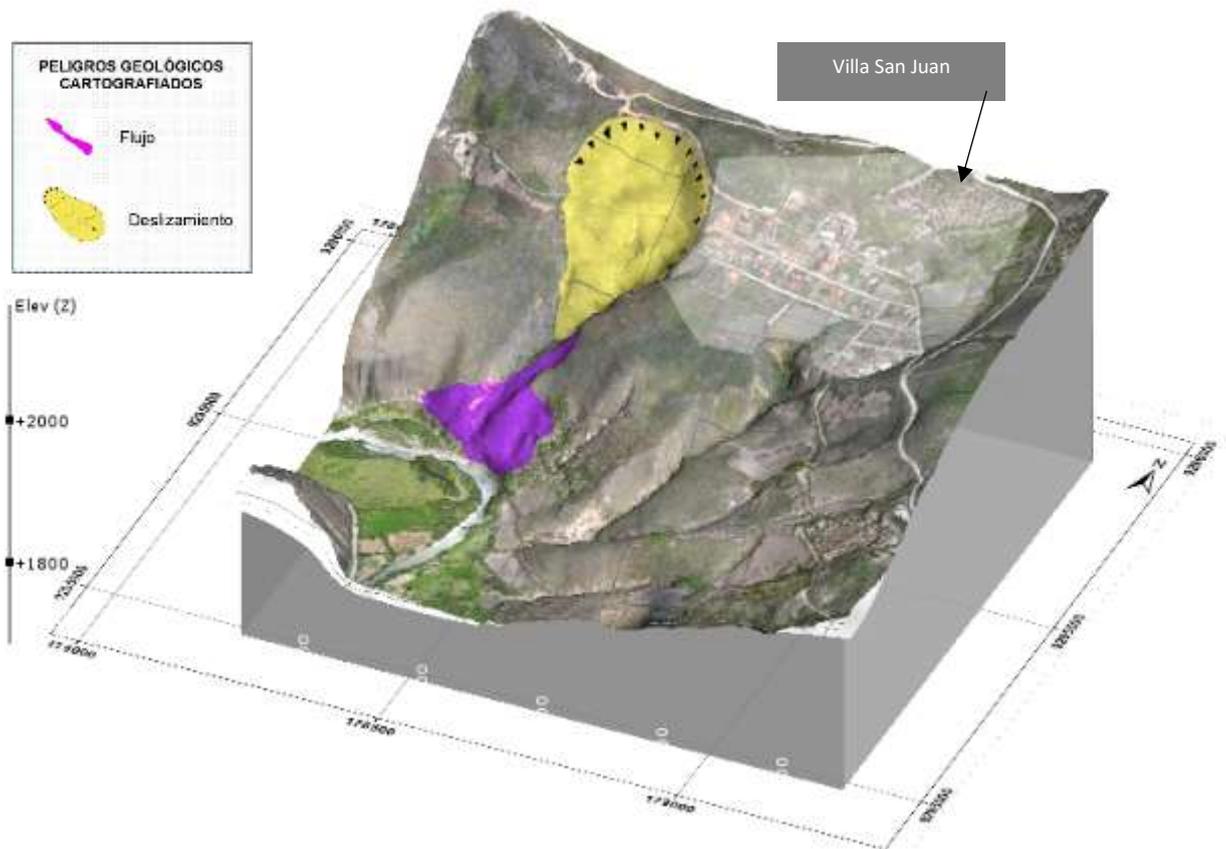


Figura 12. Ortomosaico con la delimitación del deslizamiento con superficie de falla tipo rotacional y flujo al oeste de Villa San Juan.



Figura 13. Deslizamiento rotacional, zona de coronación y escarpa principal



Figura 14. Deslizamiento rotacional en pendientes entre 25° a 45°

Se aprecia procesos de erosión de laderas (erosión por surco), en zona aledañas y paralelas a la zona de coronación que permiten la infiltración de precipitaciones, estas tienen una apertura estimada de 10 cm a 20 cm, las cuales podrían activar el deslizamiento antes mencionado, es por ello que se recomienda tomar medidas de prevención y encausamiento apropiado del drenaje pluvial.



Figura 15. Erosión por surco paralelas a la zona de coronación producto de erosión pluvial



Figura 16. Espaciado aproximado de surcos de 10 a 20cm, cárcavas jóvenes



Figura 17. Derrumbes en taludes verticales, zonas aledañas de Villa San Juan

Se observa en la trocha no carrozable al Noroeste del Sector Villa San Juan, taludes verticales en roca fracturada y meteorizada que viene generando pequeños derrumbes producto de intensas lluvias.

Se observa al sur del deslizamiento rotacional ubicado, un pequeño flujo de detritos constituidos en general por arenas y limos blancos y material coluvial, su recorrido inicia al sur del deslizamiento abastecido por agua de la quebrada que nace al oeste del sector Villa San Juan y termina a orillas del río Utcubamba.

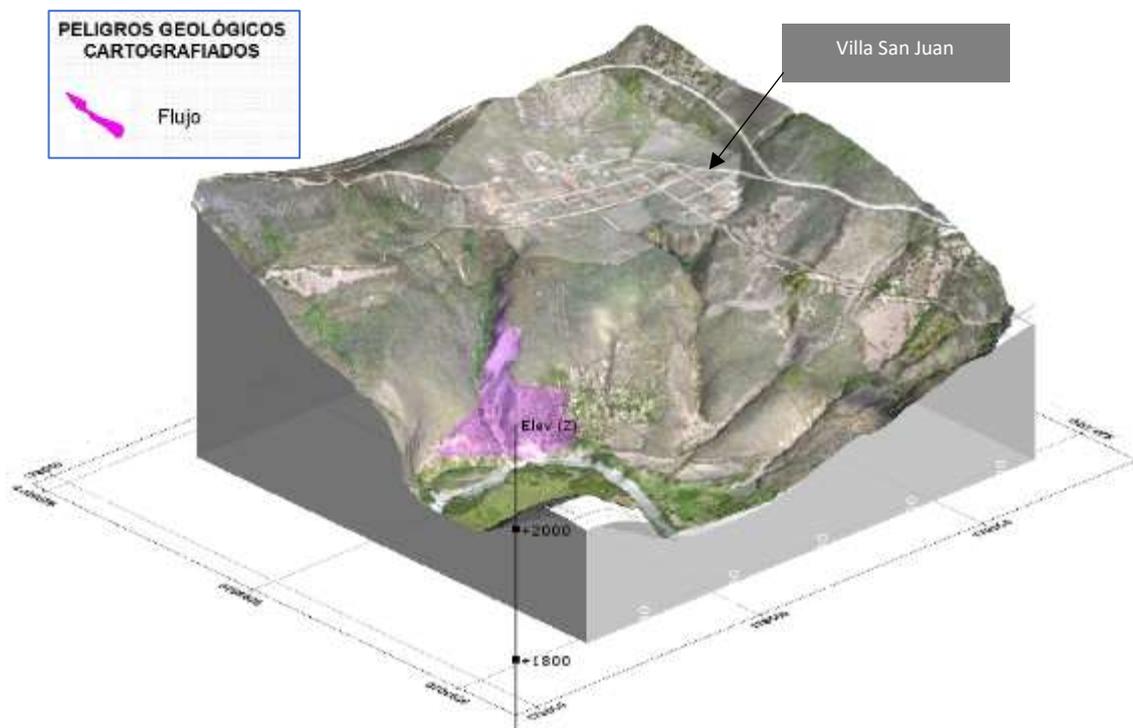


Figura 18. Ortofoto con delimitación de flujo al oeste de la zona de evaluación.

## 4.2. Sector Malecón Muelana.

El sector Malecón Muelana no presenta procesos de peligros geológicos activos en el área propuesta para reubicación. Sin embargo, por la actividad geodinámica presente en inmediaciones y la condición de las rocas calcáreas meteorizadas, susceptibles a disolución, debe considerarse que, de no tomar medidas de prevención y estabilidad apropiadas para la construcción de infraestructura podrían generarse ciertos fenómenos de erosión de laderas o hundimientos (figura 19).

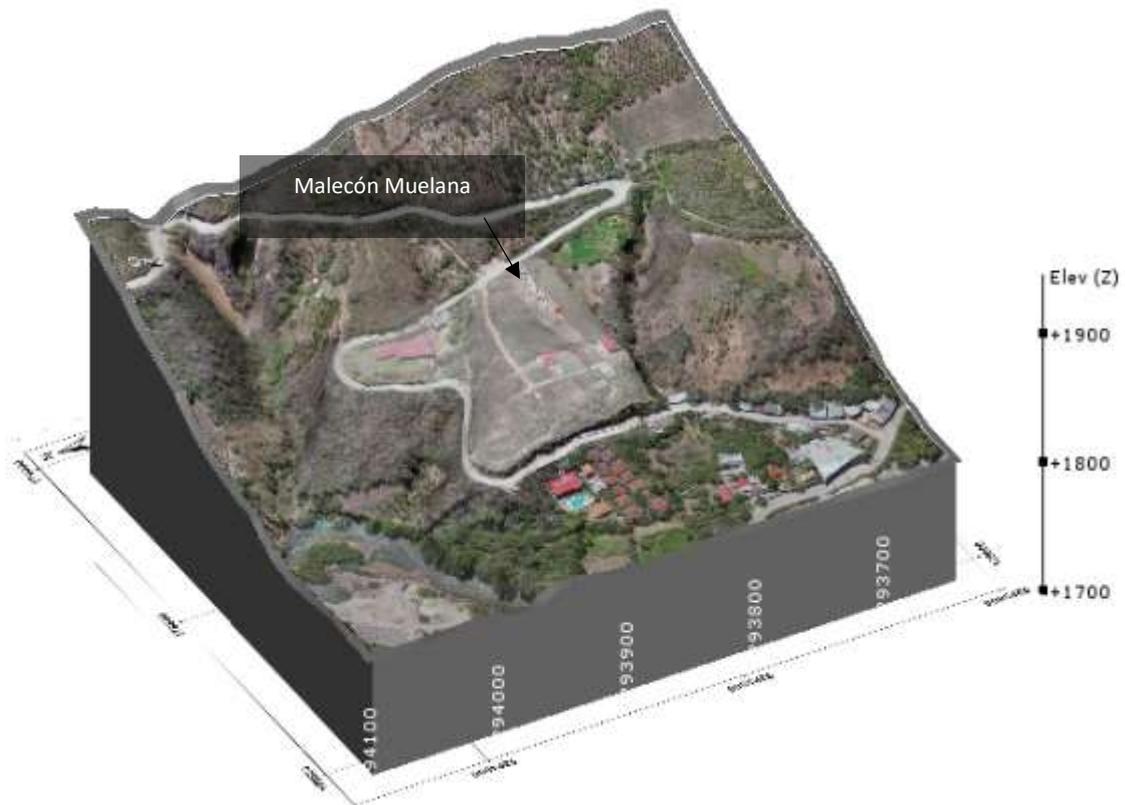


Figura 19. Ortofoto del sector Malecón Muelana.

## 4.3. Factores condicionantes.

### 4.1.1. Pendiente

Las zonas urbanas de los sectores evaluados presentan rangos de pendientes entre suavemente inclinado ( $1^\circ$  a  $5^\circ$ ) a moderado ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ); y en las zonas aledañas pendientes fuertes ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), estas determinan a la morfometría de estas zonas y condiciona la ocurrencia y activación del peligro geológico identificado (figura 20).

Los peligros geológicos identificados se ubican en zonas con pendientes fuertes ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuertes ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ); factor que condiciona su ocurrencia.

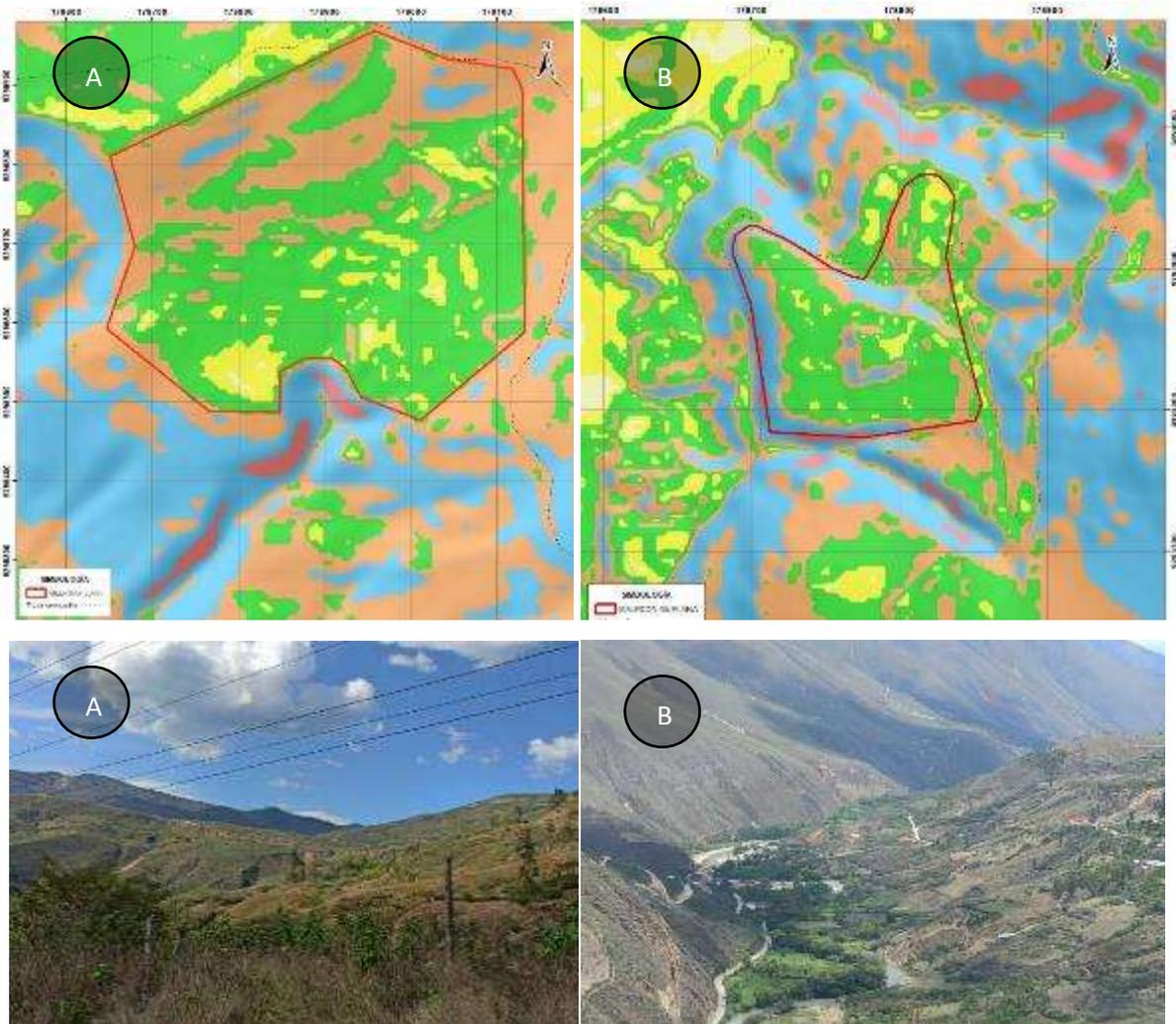


Figura 20: Pendientes de los sectores evaluados, (A) Sector Villa San Juan, (B) Sector Malecón Muelana.

#### 4.1.2. Litología

Los tipos de afloramientos presentes en la zona, conformados por rocas sedimentarias de areniscas, calizas y limoarcillitas de las formaciones Condorsinga y Aramachay, materiales poco consolidados porosos y con contenido limo arcilloso que se encuentra moderadamente fracturado y meteorizado, con una probabilidad elevada a disolución, han originado coberturas susceptibles a la generación de movimientos en masa, es por ello que se recomienda tomar medidas de prevención y estabilidad apropiadas para la construcción de infraestructura ya que se podría generar ciertos fenómenos de deslizamiento, erosión de laderas o hundimientos.



Figura 21. Pequeños derrumbes por procesos de erosión de laderas en taludes verticales de zonas aledañas de Villa San Juan.

#### 4.4. Factores desencadenantes

##### 4.2.1. Precipitaciones

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2021), en la estación meteorológica Chachapoyas, ubicada a 15.1 km, se presentan índices de precipitación de setiembre de 2020 a febrero de 2021 de hasta 35mm/día.

Tabla 4. Datos generales - estación Chachapoyas

Estación: CHACHAPOYAS					
Departamento:	AMAZONAS	Provincia:	CHACHAPOYAS	Distrito:	CHACHAPOYAS
Latitud:	6°12'29.88"	Longitud:	77°52'1.62"	Altitud:	2442 m s.n.m.

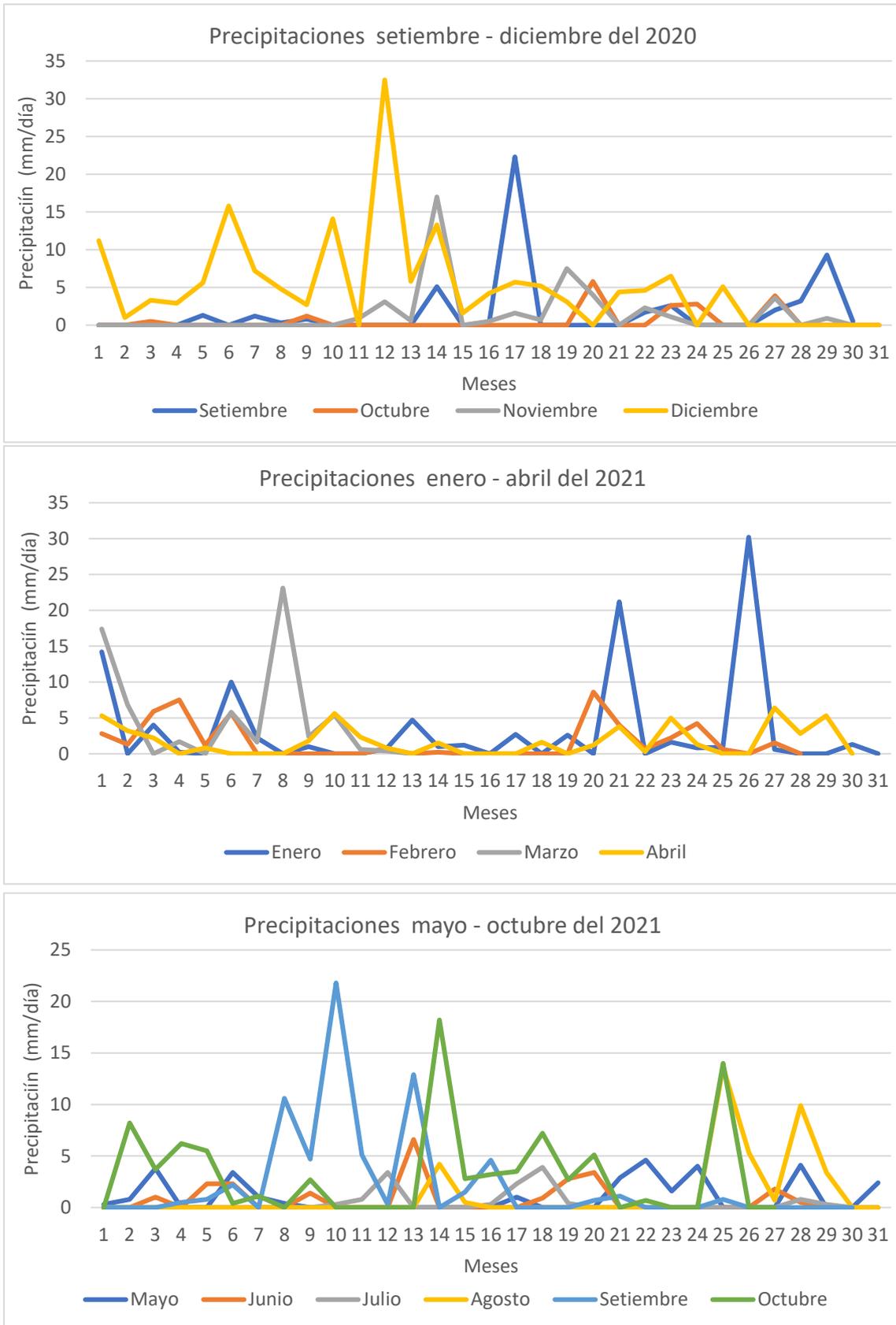


Figura 22. Precipitación, setiembre 2020 a octubre de 2021

## 6. CONCLUSIONES

En las áreas colindantes a la zona de Villa San Juan propuesta para reubicación por los interesados, se identificó procesos de erosión de laderas, pequeños derrumbes, un escarpe de deslizamiento rotacional antiguo y un flujo cercano a la zona propuesta, dicha zona se asienta sobre rocas sedimentarias moderadamente meteorizadas y pendientes que van desde suavemente inclinada en la zona urbana a muy fuerte en los alrededores; es por ello que la zona se considera de **PELIGRO MEDIO** y de realizar la reubicación en la zona evaluada, se debe considerar las medidas recomendadas en el Ítem 7.

En el Malecón Muelana y sus alrededores, área propuesta para la reubicación por los interesados, no se han observado procesos de peligros geológicos activos, es por ello que se evalúa como zona con **PELIGRO BAJO**, sin embargo debido a las pendientes que van desde suavemente inclinada en la zona urbana a fuerte en los alrededores, actividad geodinámica presente en inmediaciones y el grado de consolidación del terreno, areniscas y calizas moderadamente meteorizadas es necesario tomar en consideración las medidas recomendadas en el Ítem 7.

## 7. RECOMENDACIONES

Considerar la reubicación de la población al noreste y sur oeste del sector Villa San Juan, en la zona que presenta una pendiente suavemente inclinada a moderada y se ubica a una distancia considerable de los peligros geológicos identificados (ver mapa 8.1).

En el sector Malecón Muelana, se recomienda considerar para la reubicación la zona norte y noroeste del mismo, zonas de baja pendiente (suavemente inclinada a moderada), además se recomienda considerar medidas de prevención y estabilidad apropiadas para la construcción de infraestructura (ver mapa 8.2).

Para dichas zonas propuestas mencionadas anteriormente se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Realizar campañas de investigación geotécnica, con el objetivo de conocer la estratigrafía y las propiedades físico-químicas del terreno para las cimentaciones, acorde a las normas de construcción vigente del Ministerio de Vivienda y Construcción.
- Las viviendas por ningún motivo deben ubicarse cerca al borde de laderas.
- Perfilar las zonas propuestas de reubicación y reforestar las zonas aledañas con mayor pendiente de esta manera evitar la erosión de las laderas.
- Realizar un drenaje pluvial adecuado, sustentado por un estudio hidrológico.

Indicándose que, de no realizarse podrían generarse ciertos fenómenos de erosión de laderas, hundimiento o inclusive la activación del deslizamiento rotacional antiguo.

  
LUIS MIGUEL LEÓN ORDAZ  
Ingeniero Geólogo  
Reg. CIP. N° 215610

  
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 8. BIBLIOGRAFIA

Carlotto, C. (2012). Mapa geológico del cuadrángulo de Chachapoyas a escala 1:50 000 Hoja 13H Cuadrante – IV.

<<https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/Geologia/50/Ordenado/Shapefile/imagenes/13-h4.jpg>>

Costa, J.E. (1984) Physical geomorphology of debris flows. In: J.E. Costa and P.J. Fleisher (eds), *Developments and Applications in Geomorphology*, pp. 268–317.

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). *Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.*

Medina, L.; Vílchez, M. & Dueñas, S. (2009). Riesgo Geológico en la región Amazonas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 39, 205p. <<https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>>

Pimentel, F. (2011). Retroanálisis para la determinación de los coeficientes de restitución de gneis y depósitos de talud. Instituto de geociencias de la Universidad federal de Rio de Janeiro. 48p.

<<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/5383/1/LIMA%2C%20F.P.pdf>>

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>

Rodríguez, R., Cueva, E., Giraldo, E., Sánchez, E. & Cornejo T. (2012) – Geología del Cuadrángulo de Chachapoyas (13h). Boletín INGEMMET N° 147, Serie A: Estudios Regionales, 138 p.

Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 56, 287p.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2021) “Servicio de Consulta de data meteorológica en línea” SENAMHI. (Consulta: junio 2020)

<<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>>

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.

<<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>>

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176.

<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370)>

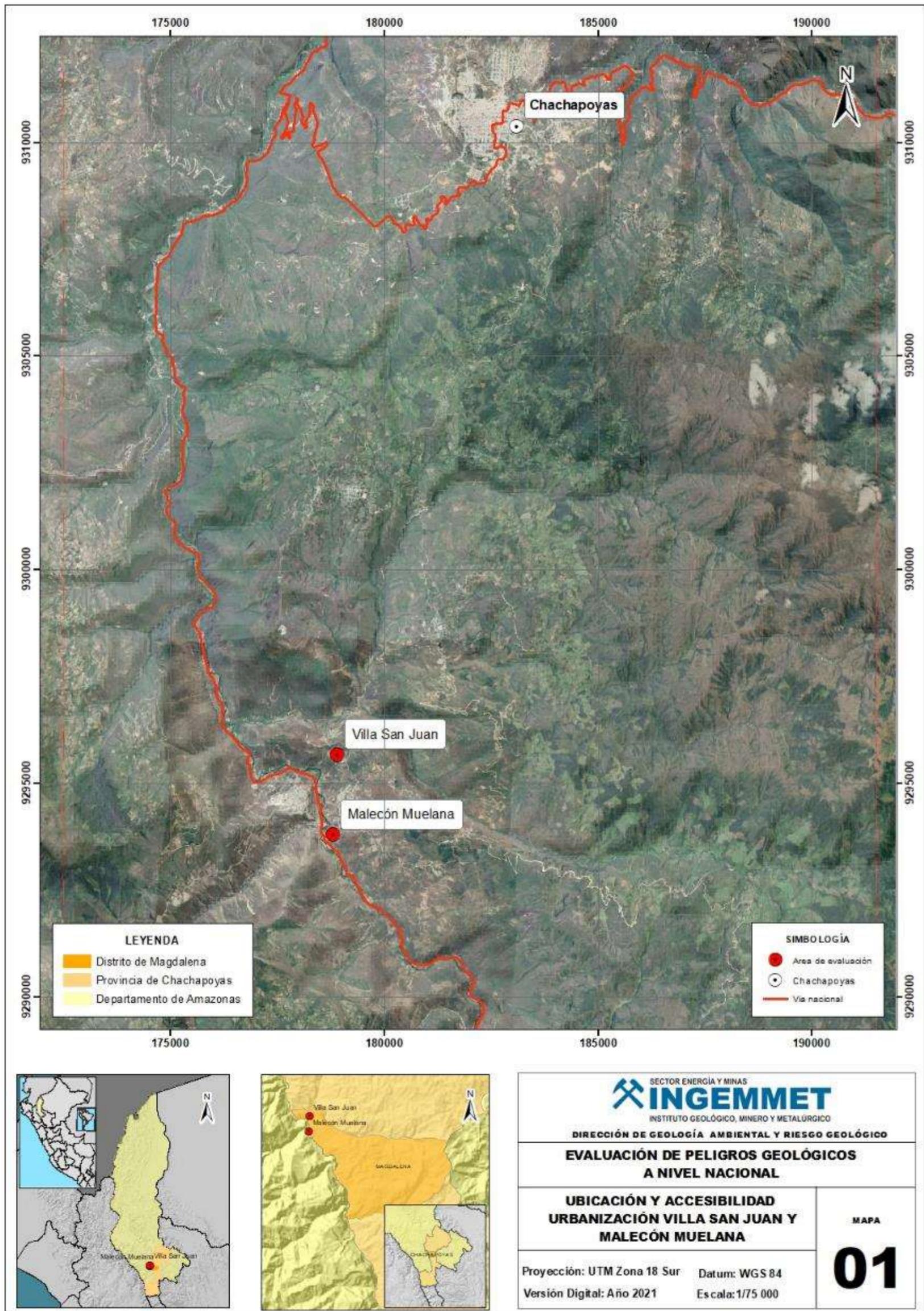
Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

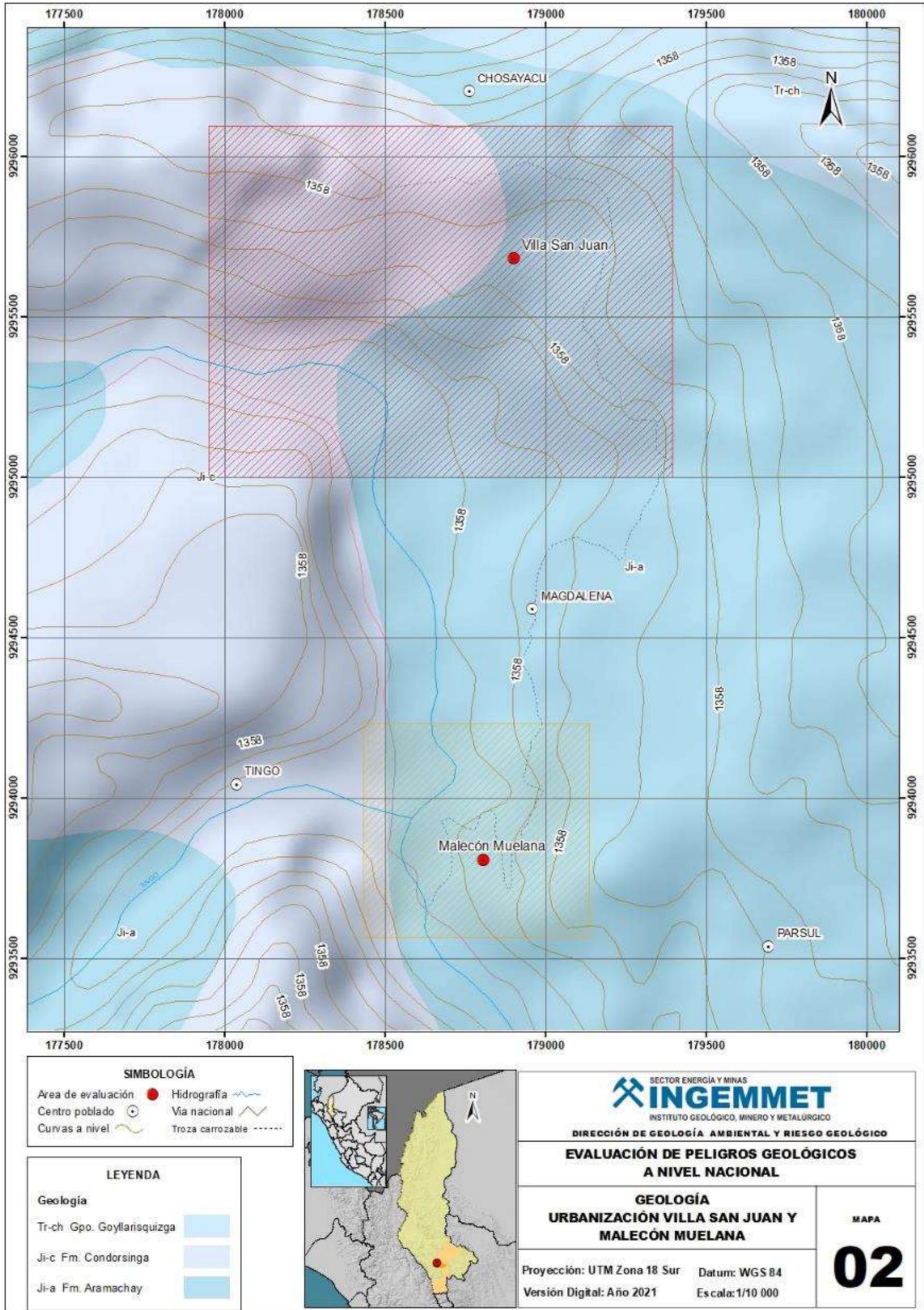
WP/WLI (1990). A suggested method for reporting a landslide: Bulletin of the International Association of engineering Geology, no. 41, p. 5–12.

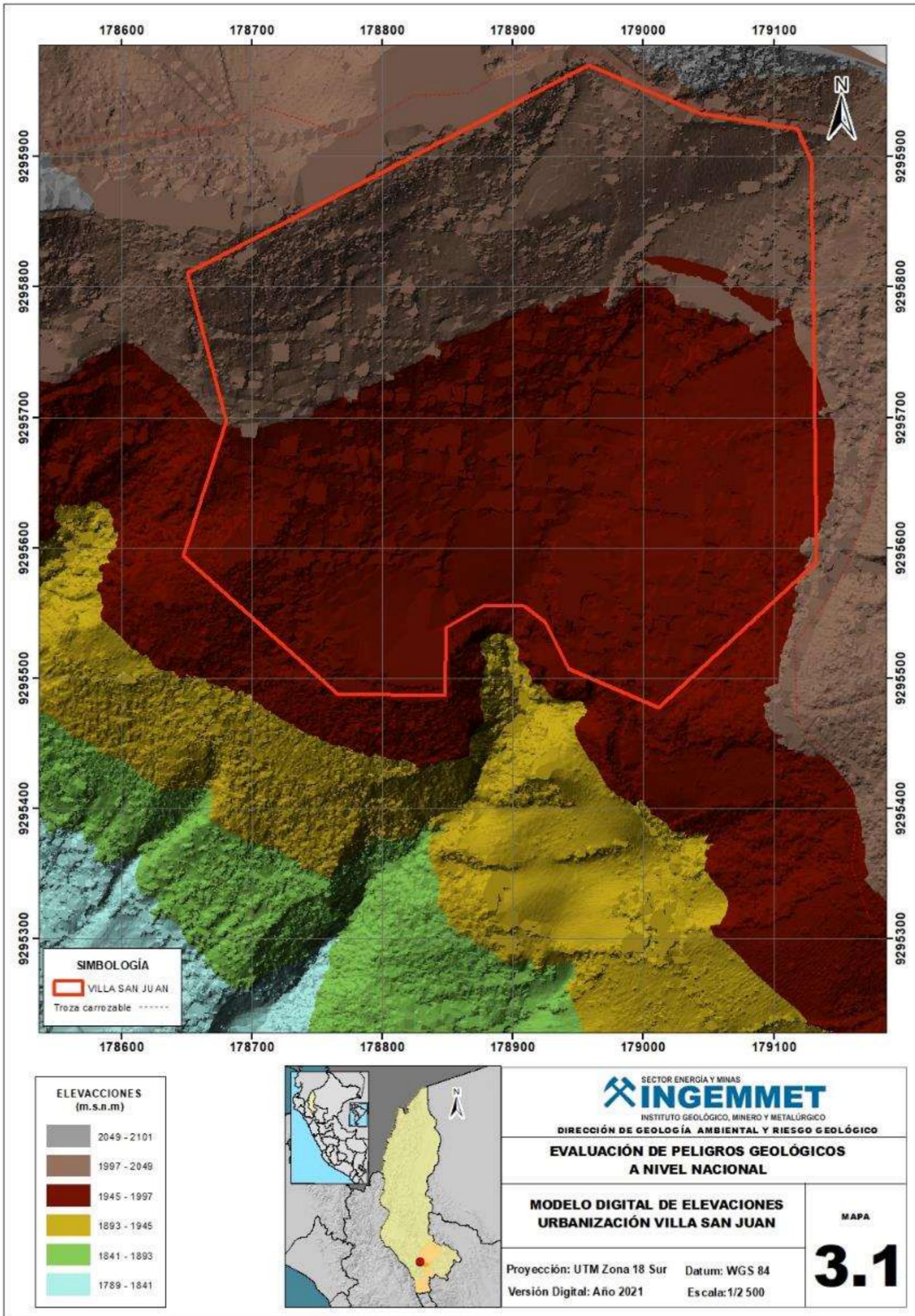
<[https://www.researchgate.net/publication/290438810\\_A\\_suggested\\_method\\_for\\_reporting\\_a\\_landslide](https://www.researchgate.net/publication/290438810_A_suggested_method_for_reporting_a_landslide)>

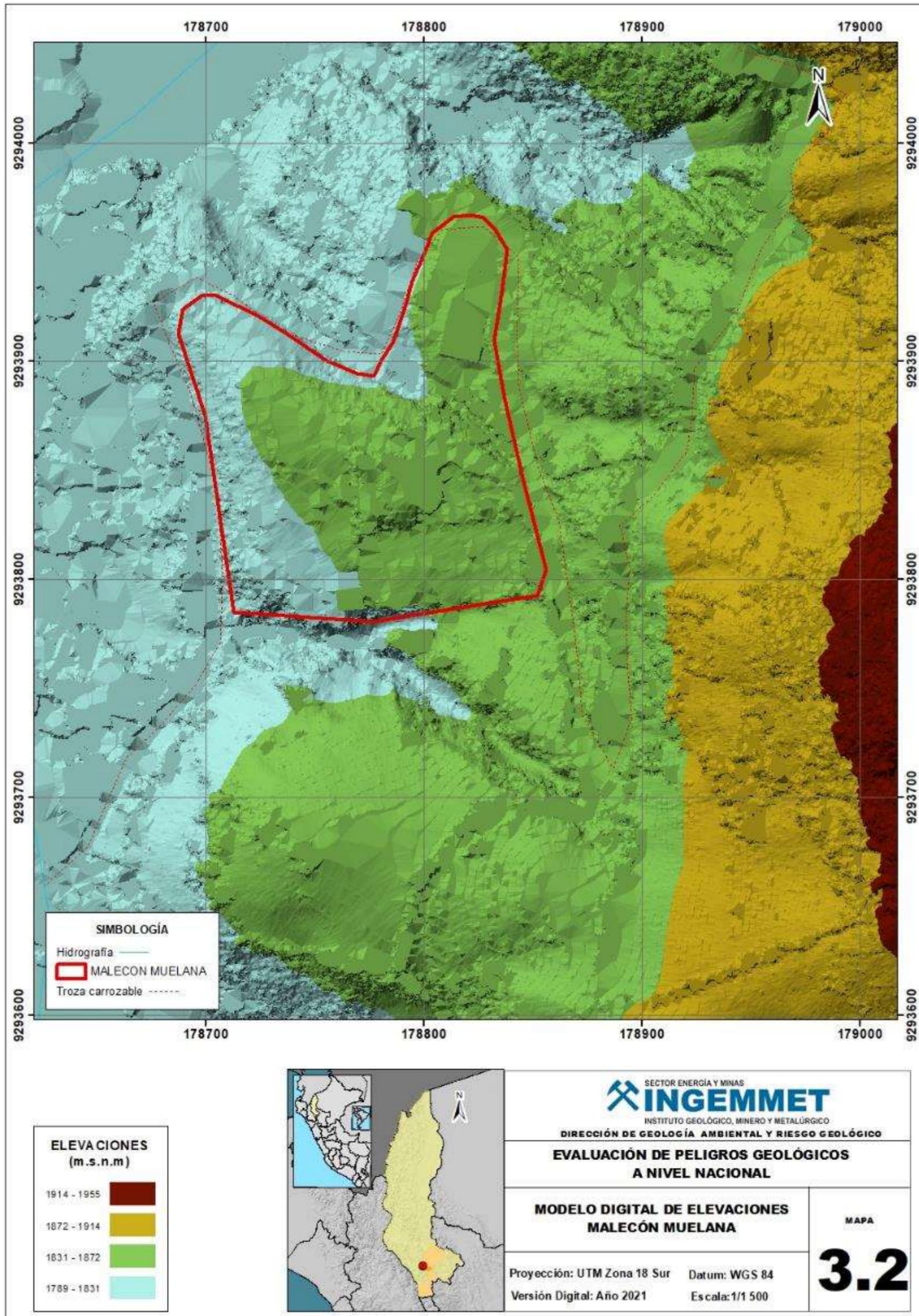
## **ANEXOS: MAPAS**

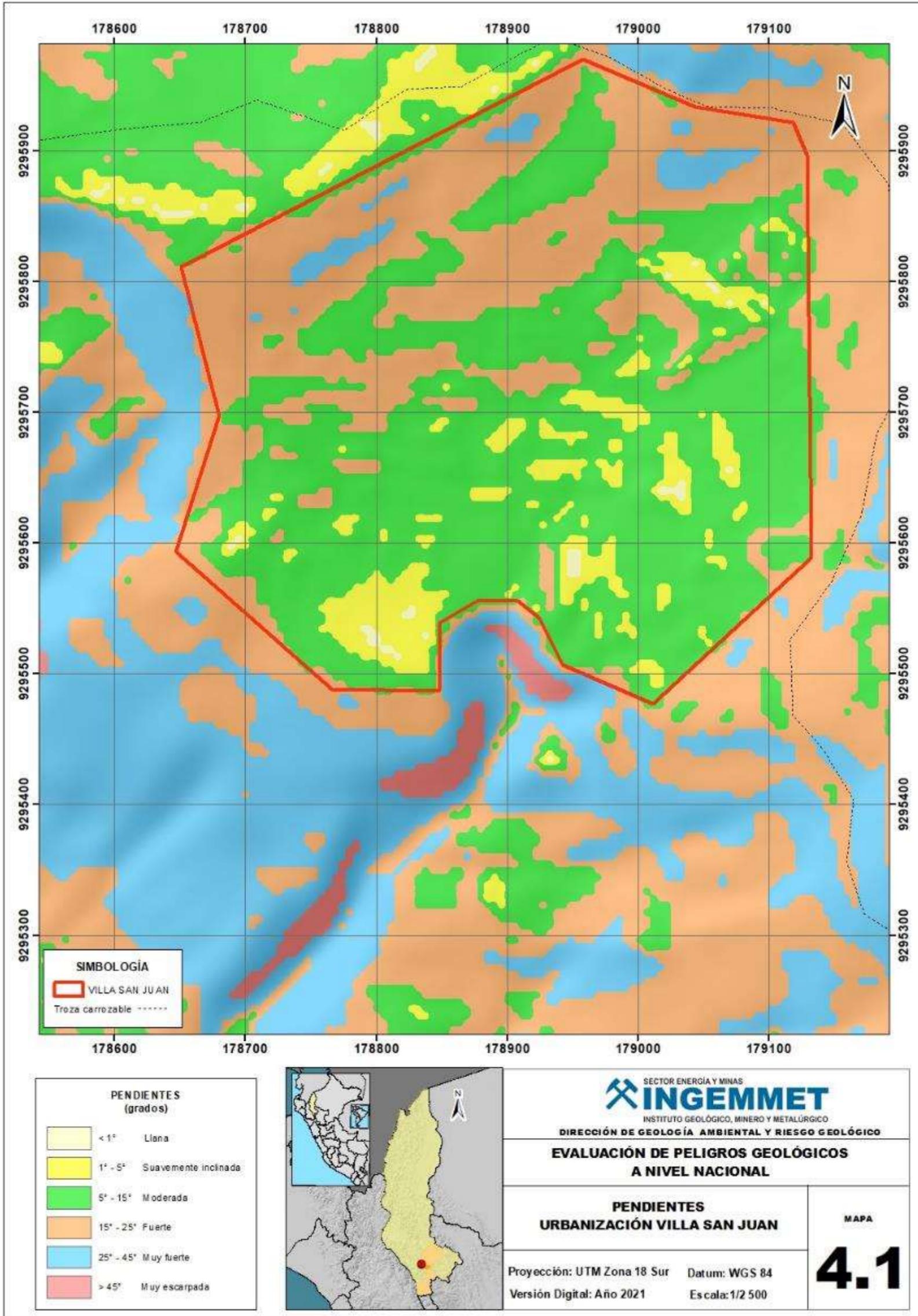
ANEXO 1: MAPAS

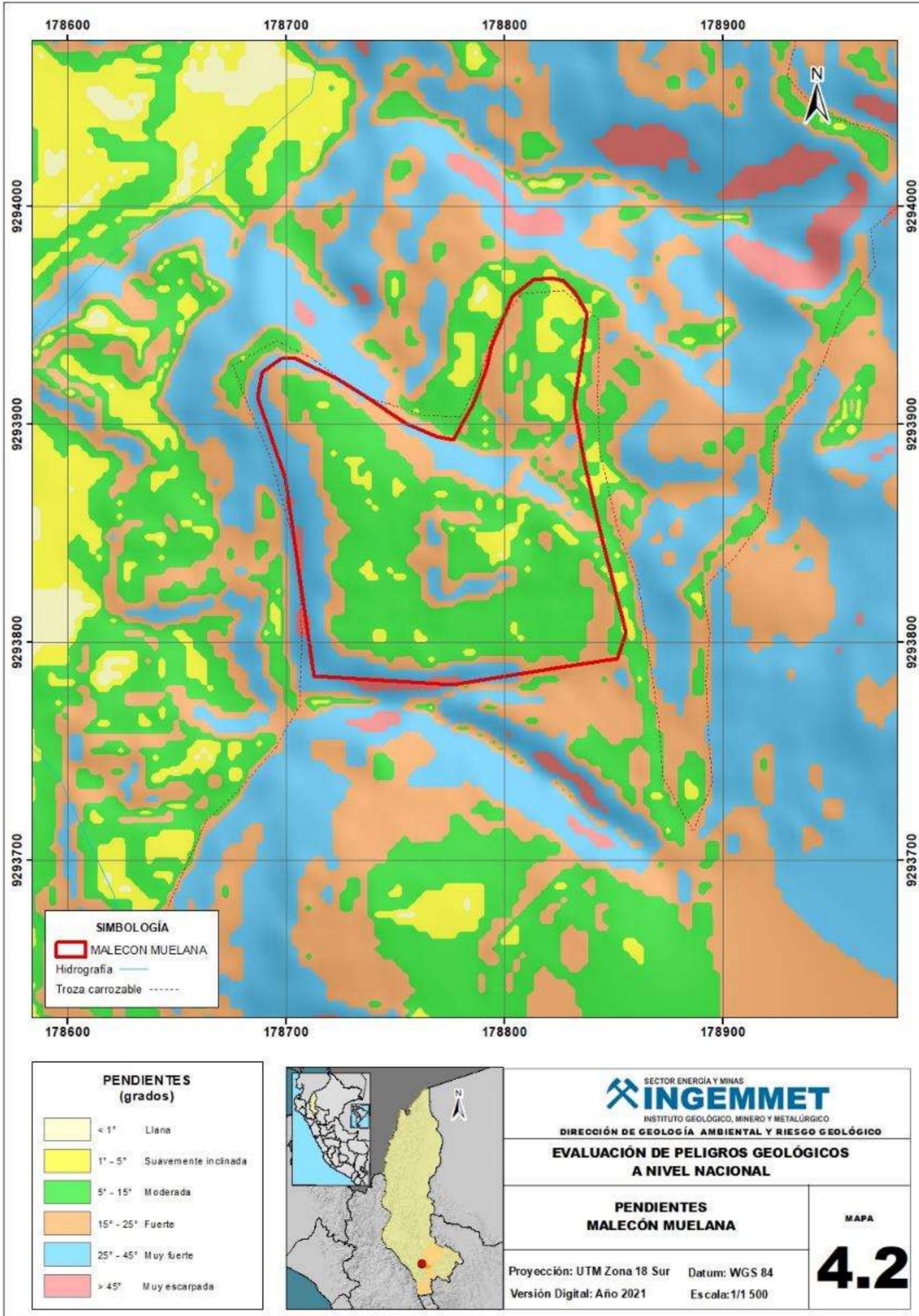


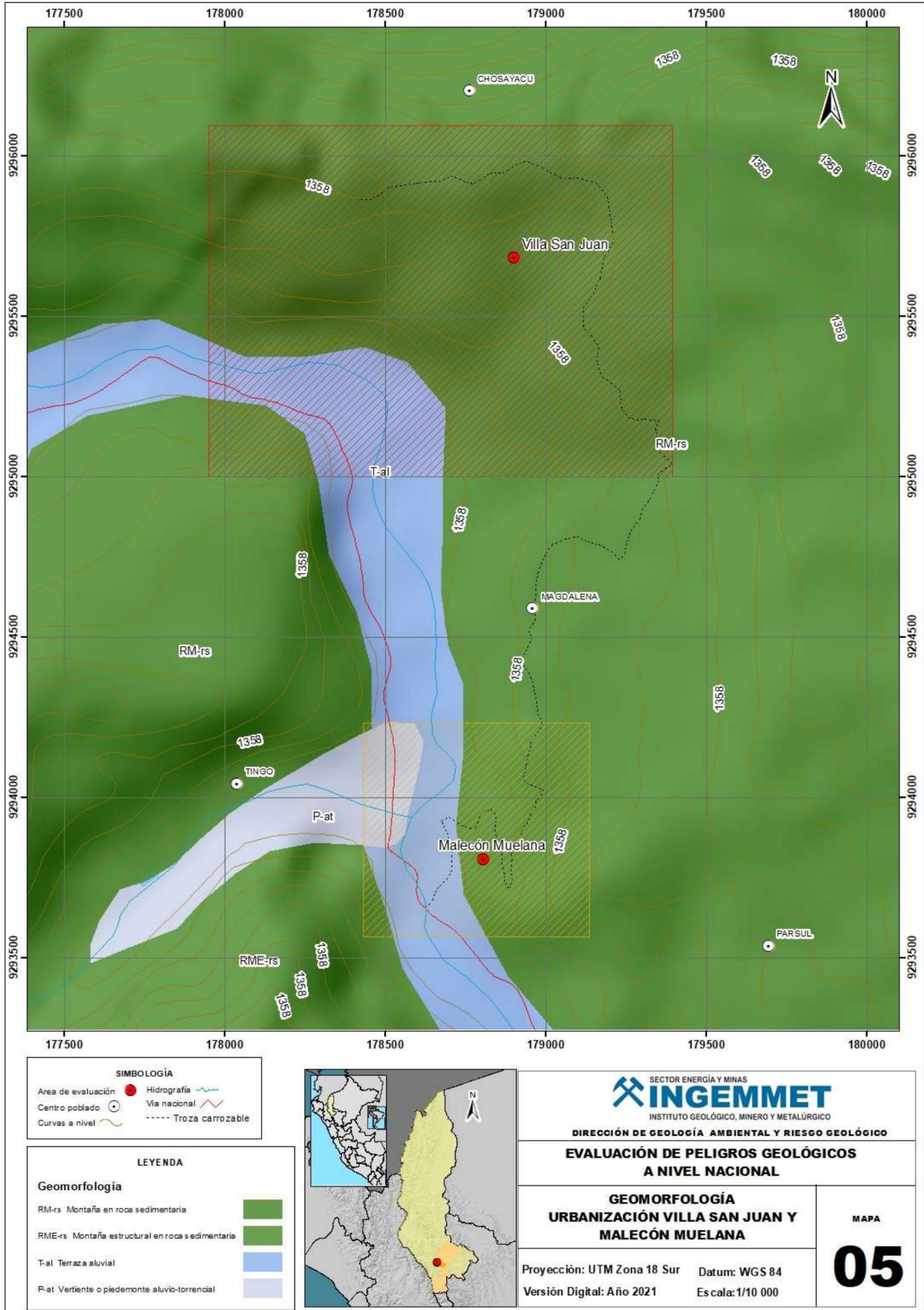


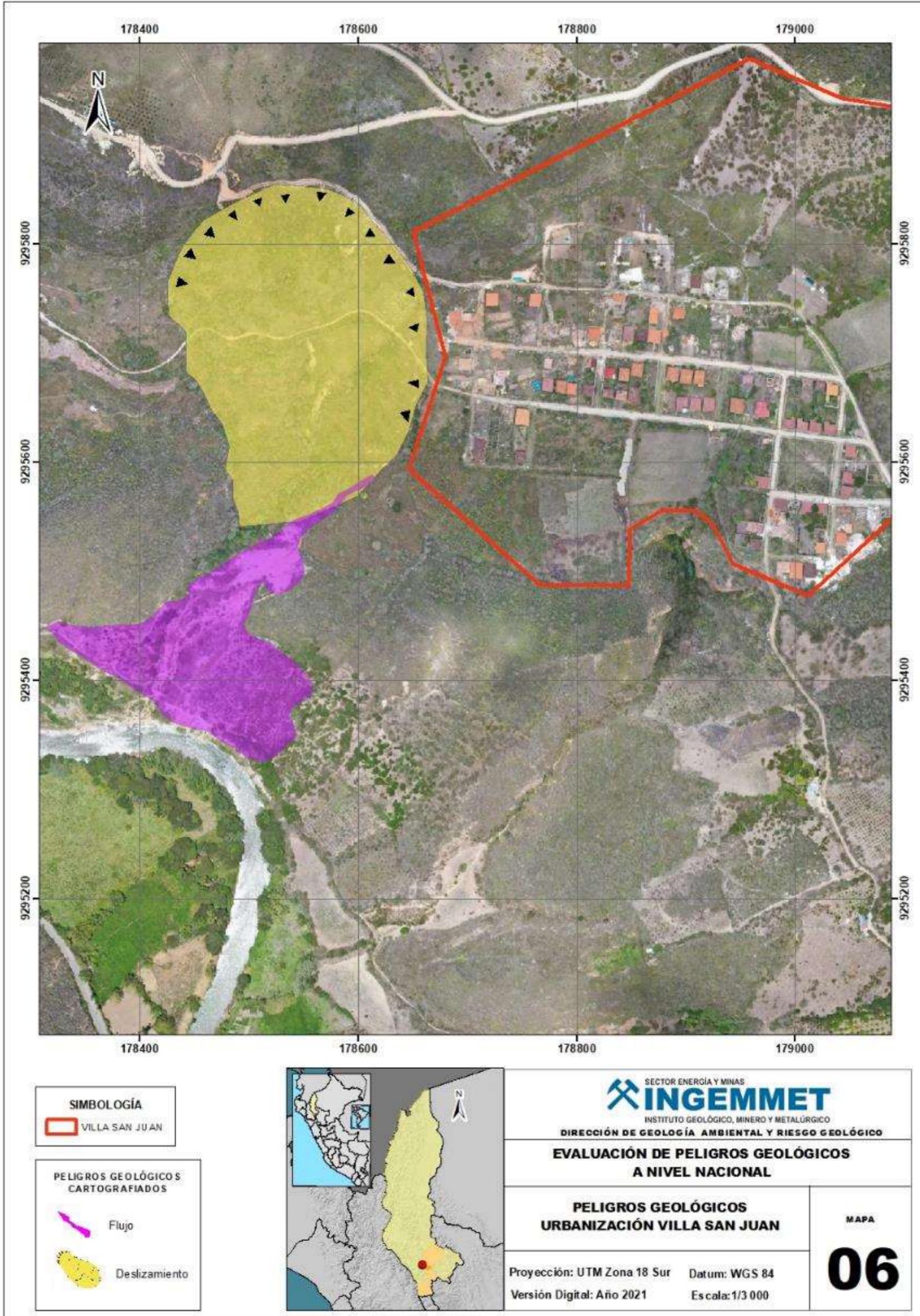














<b>SIMBOLOGÍA</b>	
	MALECÓN MUELANA



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
<b>EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS                  A NIVEL NACIONAL</b>	
<b>ORTOFOTO                  MALECÓN MUELANA</b>	
Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84 Versión Digital: Año 2021    Escala: 1/1 500	
MAPA <b>7</b>	

