



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7384

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CONDominio FLOR DEL VALLE

Departamento Áncash
Provincia Yungay
Distrito Ranrahirca



MAYO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CONDOMINIO FLOR DEL VALLE

Distrito Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Áncash

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

Equipo de investigación:

Ángel Gonzalo Luna Guillén

Norma Luz Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el Condominio Flor del Valle, distrito Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Áncash. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7384, 41 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.3. Población.....	9
1.3.4. Clima	9
2. DEFINICIONES	11
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	13
3.1. Unidades litoestratigráficas	13
3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi).....	13
3.1.1. Formación Yungay (Nm-yu).....	15
3.1.2. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd).....	15
3.1.3. Depósito Aluvial (Qh-al).....	17
3.1.4. Depósito fluvial (Qh-fl).....	17
3.1.1. Depósito pluvial (Qh-pl)	17
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	19
4.1. Pendientes del terreno.....	19
4.2. Unidades geomorfológicas	21
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	21
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	21
4.2.1. Otras geoformas.	21
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	23
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.....	23
5.1.1. Deslizamientos activos	23
5.2. Afectaciones en el condominio Flor del Valle	28
5.3. Factores condicionantes.....	32
5.4. Factores desencadenantes	32
6. CONCLUSIONES	33
7. RECOMENDACIONES	34
8. BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXO 1: MAPAS	36

RESUMEN

El presente informe técnico, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el condominio Flor del Valle, ubicado en la margen derecha del río Santa, perteneciente a la jurisdicción del distrito Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Áncash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

Los materiales rocosos aflorantes, en las áreas de inspección, corresponden a rocas de origen sedimentario de la Formación Chimú compuestos por intercalaciones de areniscas cuarzosas, lutitas y arcillitas de mala calidad, se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas, estos afloramientos generan suelos arcillosos y plásticos de fácil remoción.

Sobre el substrato rocoso se observan depósitos superficiales coluvio – deluviales, constituidos de bloques y gravas de calizas y areniscas; en una matriz limo – arcillosa a arcillosa. Estos se encuentran medianamente saturados y poseen mediana plasticidad; clasificadas como gravas limosas (GM) y gravas arcillosas (GC). Esta característica sumada a la saturación constante del terreno por la presencia de lluvias estacionales, actividades de riego y canales no revestidos han generado la reactivación de deslizamientos.

Las geoformas identificadas son montañas modeladas en roca sedimentaria y roca volcánica (margen izquierda del río Santa). La ladera oeste del cerro presenta pendientes que van desde los 15° hasta 25° (depósito coluvio deluvial) en cuyo frente inferior se ubican las viviendas del Condominio Flor del Valle. Cabe resaltar que para su construcción se han realizado cortes de talud que presentan pendientes de hasta 78° con alturas de hasta de 4 m.

Al este del condominio se identificó dos deslizamientos activos; condicionados por la naturaleza del substrato, actividades antrópicas, y filtraciones de agua, así tenemos: el deslizamiento rotacional 01, con un salto de escarpe máximo de 2.25 m, con una diferencia entre el pie de avance y escarpe de 49 m; ejerciendo presión de empuje sobre las viviendas del condominio, que está ocasionando agrietamientos en sus estructuras. El deslizamiento rotacional 02, presenta un salto de escarpe máximo 3.45 m, con una diferencia entre el pie de avance y escarpe de 53 m.

Por lo antes expuesto, el condominio Flor del Valle se considera de **Peligro Alto y Zona Crítica** por la ocurrencia de deslizamientos sujetos a desencadenarse por precipitaciones intensas y/o prolongadas, así como sismos.

Finalmente es necesario tomar en cuenta las recomendaciones estructurales y no estructurales citadas en el presente informe con el fin de salvaguardar la integridad física de la población y sus medios de vida, entre las más relevantes la reubicación de las viviendas afectadas y la prohibición de nuevos cortes de ladera.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo el Oficio N° 0278-2022-MDR/A de la Municipalidad Distrital Ranrahirca, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a los Ingenieros: Ángel Gonzalo Luna Guillen y Norma Luz Sosa Senticala, realizar la evaluación de peligros geológicos, llevados a cabo el 16 de marzo del 2023, en coordinación con autoridades de la municipalidad distrital de Ranrahirca, Ing. Joffre Valladares Chávez (Auxiliar técnico del área de desarrollo urbano, rural y medio ambiente), y con acompañamiento de moradores del condominio.

La evaluación técnica, se realizó con la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, complementado con datos obtenidos durante el trabajo de campo, puntos de control GPS, fotografías terrestres, fotografías aéreas con dron, así como la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe, se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Ranrahirca, y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se presentan en el condominio Flor del Valle; los cuales comprometen la seguridad física de las poblaciones, infraestructuras y medios de vida.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en los alrededores del sector evaluado se tienen:

- A) Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región Áncash” (Zavala, B. 2009). Este contiene el inventario de 2129 peligros geológicos en la región Áncash. Así mismo, de acuerdo con el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000 (También se puede encontrar en el portal de Geocatmin), se evidencia que el Condominio Flor del Valle se encuentran en zonas de susceptibilidad Media a Alta (figura 1).

Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

- B) En la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz, hoja 19-h” (De La Cruz & Chacaltana 2003), En esta publicación y correspondiente mapa geológico se describe que; en el área de estudio afloran rocas del Grupo Goyllarisquizga (Formación Chimú) en general compuestas por la intercalación de areniscas cuarzosas y calizas con niveles de carbón.
- C) El informe técnico A 7204 - Ingemmet, 2021: “Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la urbanización Bellavista” describe la ocurrencia de un deslizamiento en proceso de reactivación en la misma ladera donde se ubica el condominio Flor del Valle (a 600 m al noroeste) ocupando un área de 5 950 m², con una longitud de escarpa proyectada de 140 m, desnivel entre la escarpa y el pie de 32 m, y salto principal de escarpa de 2 a 3 cm, con desplazamiento horizontal de 10 cm, además de presencia de grietas en la cabecera del deslizamiento que indicaría su actividad retrogresiva. Estas evidencias tan cercanas al evento de evaluación (condominio Flor del valle) evidenciarían la susceptibilidad del sector a movimientos en masa ante cambios ligeros en la morfología de la ladera.

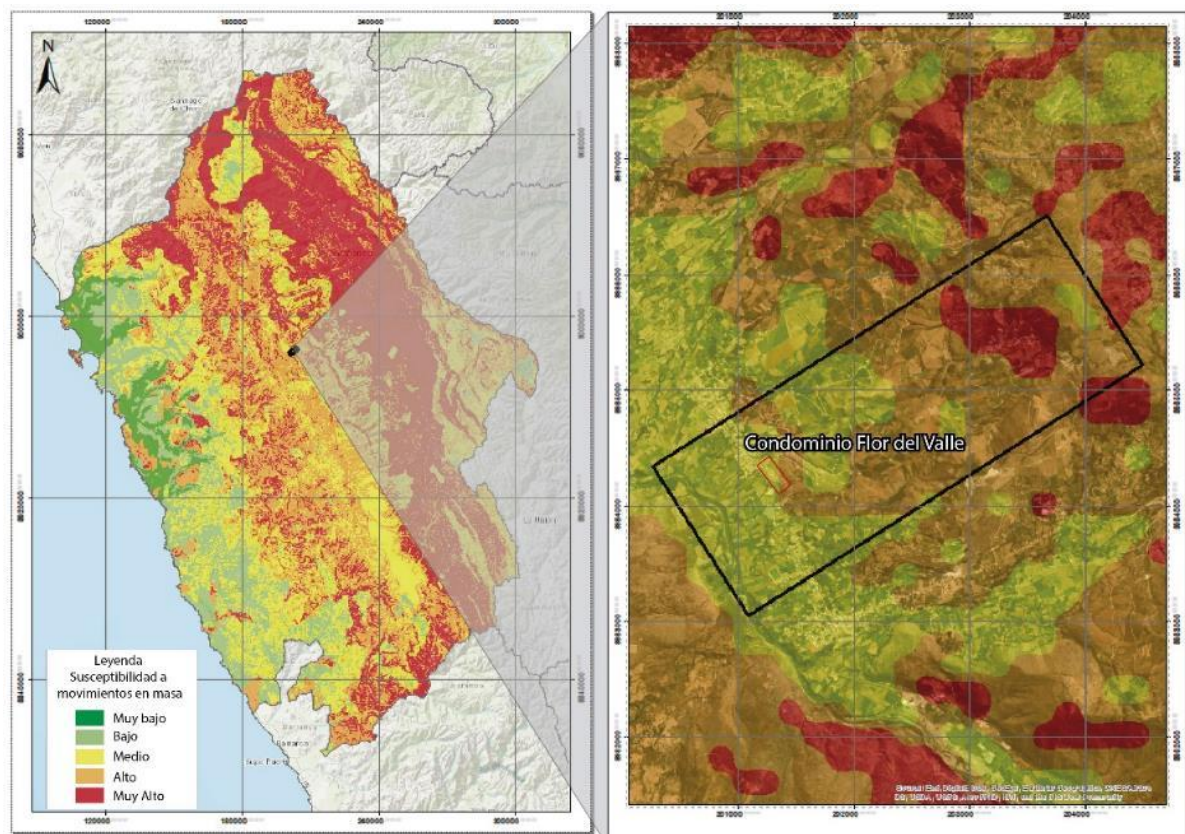


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (Fuente B. Zavala., et al 2009).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Geográficamente el área evaluada (Condominio Flor del valle), se ubica en la ladera oeste de la cordillera Blanca (Nevado Huascarán), margen derecha del río Santa. Localmente se podría indicar que se encuentra en la ladera oeste del cerro localmente denominado Flor del Valle disectado por dos quebradas (1 y 2).

Políticamente pertenece al distrito Ranrahirca, provincia Yungay y departamento Áncash. El área de la elaboración de mapas se estima en 619 ha. Y el condominio de Flor del valle con un área de 16.93 ha (figura 2).

Las coordenadas límites del área de inspección se detallan en las tablas 1 y 2 y figura 2.

Tabla 1. Coordenadas del área de elaboración de mapa.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	200259.00 m E	8984349.00 m S	-9.177828°	-77.727411°
2	201084.00 m E	8983052.00 m S	-9.189603°	-77.720000°
3	204489.00 m E	8985221.00 m S	-9.170238°	-77.688892°
4	203665.00 m E	8986522.00 m S	-9.158428°	-77.696295°

Tabla 2. Coordenadas del área que cubre el condominio Flor Del Valle.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	201134.00 m E	8984316.00 m S	-9.178186°	-77.719458°
2	201341.00 m E	8984034.00 m S	-9.180748°	-77.717595°
3	201731.00 m E	8984333.00 m S	-9.178074°	-77.714029°
4	201525.00 m E	8984606.00 m S	-9.175593°	-77.715883°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	201314.10 m E	8984179.31 m S	-9.179436°	-77.717831°

1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 1.

Cuadro 1. Rutas y accesos a la zona de evaluación

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima-Huaraz	Carretera asfaltada	402 km	7 horas
Huaraz – Ranrahirca	Carretera asfaltada	10 km	20 min
Ranrahirca Flor del Valle	Carretera asfaltada/Trocha carrozable	1 km	10 min

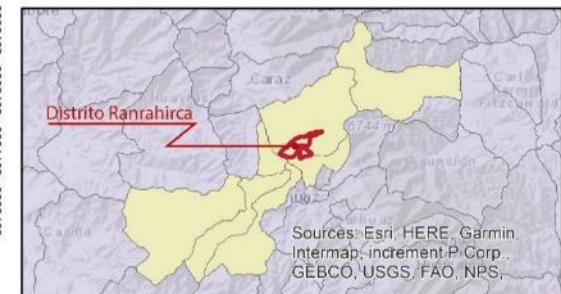
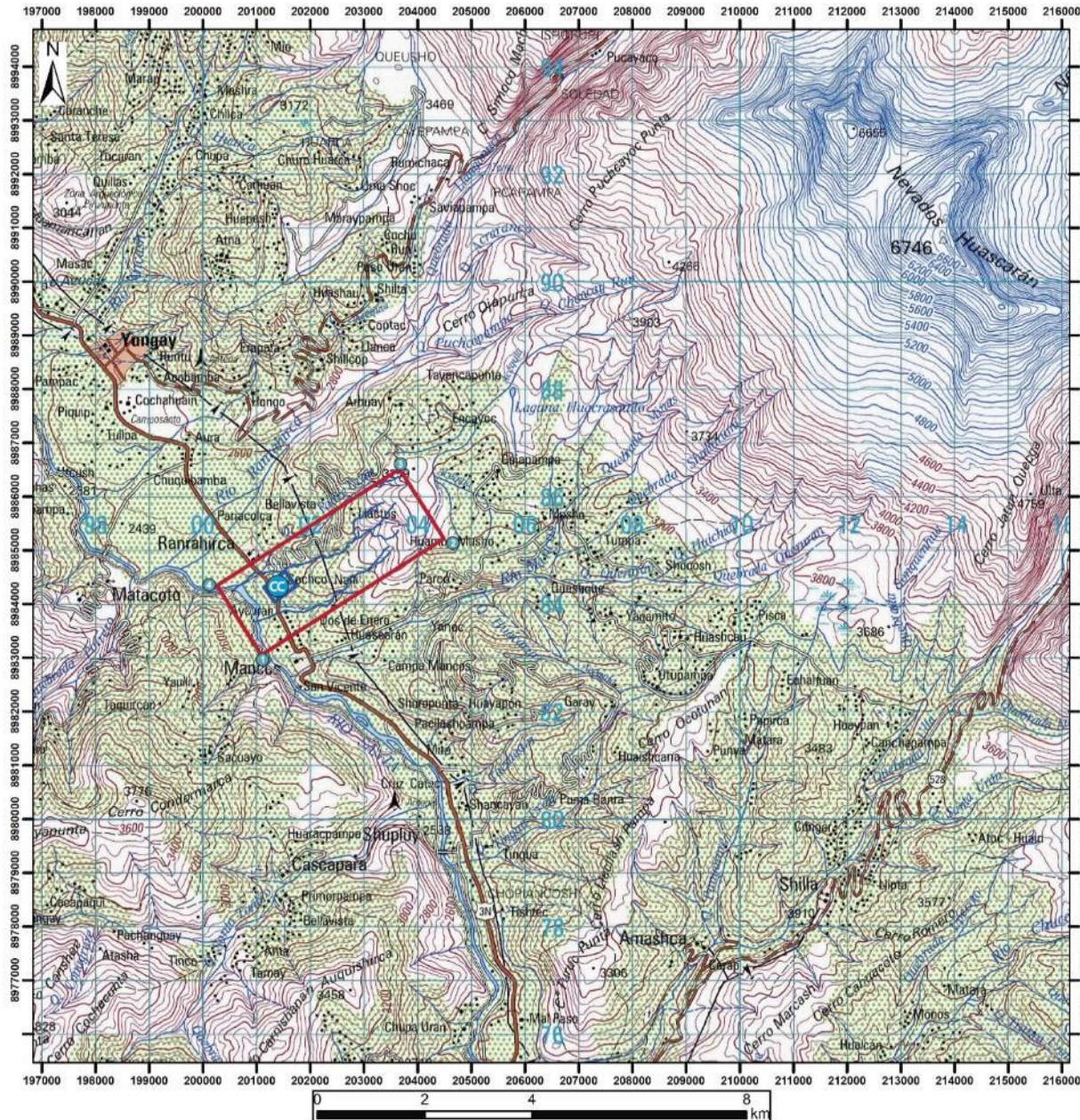


Figura 2. Mapa de ubicación del área de inspección, el punto "cc" representa la ubicación media del Condominio Flor del Valle (Mapa Base: Carta Nacional)

1.3.3. Población

El condominio Flor del Valle conformado recientemente, cuenta con un aproximado de 07 viviendas de construcción en material noble (figura 3).



Figura 3. Vista aérea del condominio Flor del Valle.

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el Condominio Flor del Valle presenta un clima semiseco, semifrío, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo julio, 2022 -2023 (abril) fue de 80.2 mm (14 de marzo del 2023). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de noviembre a abril. Si comparamos los registros de este año con el del 2022 donde las precipitaciones diarias no superan los 20 mm, interpretaremos que para abril del 2023 las lluvias cuadruplicaron su valor (figura 6).

La temperatura anual oscila entre un máximo de 17.0 °C en verano y un mínimo de -2.0 °C en invierno (figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 68.44% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).



Figura 4. A) precipitación en el condominio Flor del Valle y B) temperaturas en el condominio Flor del Valle (periodo 2022-2023). Fuente: análisis espacial de datos meteorológicos AWERE.

2. DEFINICIONES

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos; es por ese motivo que se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

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

Corona: zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladero abajo. sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

Deslizamiento: son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (cruden, 1991), son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año (brabb y harrod, 1989). los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.

Los desplazamientos en masa se dividen en subtipos denominados deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales o planares y deslizamientos compuestos de rotación. esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y el tipo de estabilización que se va a emplear (suarez j., 2009).

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 escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe 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).

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 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: sin.: 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.

Fractura: corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan

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.

Movimiento en masa sin.: fenómeno de remoción en masa (co, ar), proceso de remoción en masa (ar), remoción en masa (ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. movimiento ladero abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

Reptación de suelos: la reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. la reptación puede ser de tipo estacionaria, cuando se asocia a cambios meteorológicos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

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.

Suelo residual: Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

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

Zonas críticas: Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo con la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

Estado de los movimientos en masa

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

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).

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

Inactivo: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolló en base a la memoria descriptiva de la revisión y actualización del Cuadrángulo de Carhuaz (19-h) donde se describen las unidades litoestratigráficas del mapa geológico del cuadrángulo del mismo nombre - cuadrante II a escala 1:50 000 y se publicó en la página de GEOCATMIN, complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico (Anexo 1-mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas comprenden rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga de la Formación Chimú y rocas volcánicas de la Formación Yungay, ambos cubiertos parcialmente por depósitos cuaternarios.

A continuación, se describe brevemente la composición y características litológicas de los depósitos y formaciones identificadas en los trabajos de campo:

3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi)

Pertenece al Grupo Goyllarisquizga, de manera general está conformado por areniscas cuarzosas en capas gruesas intercaladas con limoarcillitas (De La Cruz & Chacaltana 2003).

Esta formación se puede observar en el corte de ladera de una cantera de calizas ubicada en la parte superior del condominio Flor del Valle, donde se ve la intercalación de areniscas y lutitas que sobreyacen a cuerpos calcáreos (figura 5). estos afloramientos generan suelos residuales arcillosos y medianamente plásticos de fácil remoción.

Las areniscas presentan separaciones entre fracturas de 0.3-0.05 m (rocas altamente fracturadas) y las lutitas separaciones inferiores a < 0.05 m (rocas fragmentadas), la meteorización de las areniscas es moderada (menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo). ver figura 6. Mientras que en las lutitas todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta (Roca Completamente meteorizada). Ver figura 7.



Figura 5. Intercalación de areniscas y lutitas (Formación Chimú) sobreyaciendo a calizas

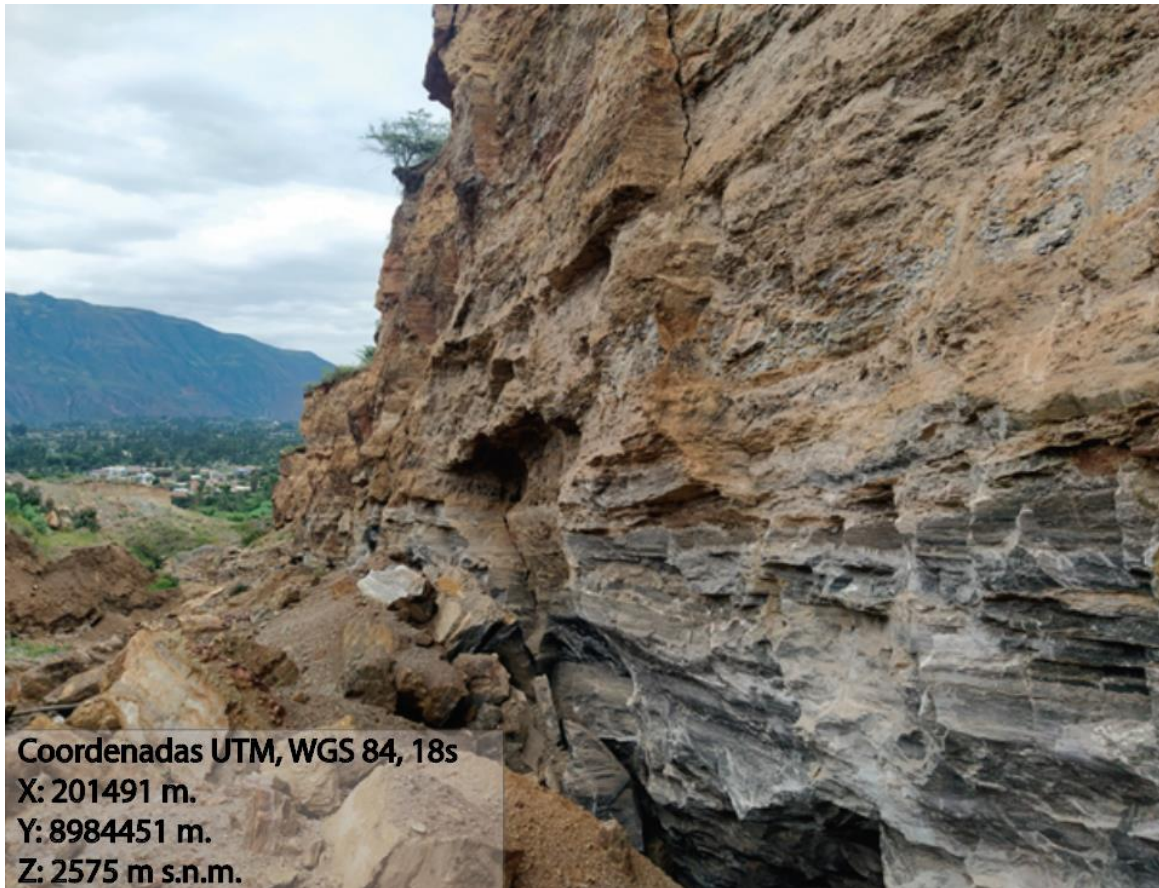


Figura 6. Intercalación de areniscas y lutitas (Formación Chimú) sobreyaciendo a calizas, las rocas areniscas muestran un grado alto de fracturamiento con niveles de meteorización moderado.



Figura 7. Rocas lutitas (verdes y rojizas) fragmentadas y completamente meteorizados.

Cuadro 2. Clasificación de la meteorización de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	Areniscas de la formación Chimú
A4	Altamente meteorizado	Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.	50-60%	Lutitas de la Formación Chimú
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	Lutitas de la Formación Chimú
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura	100%	

Cuadro 3. Clasificación del fracturamiento de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981)

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	Areniscas de la Formación Chimú
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se separan en lascas con facilidad	Lutitas de la Formación Chimú

3.1.1. Formación Yungay (Nm-yu)

Están conformada por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas de color gris blanquecino, textura porfirítica, rico en cristales de plagioclasa y con fragmentos líticos polimícticos. Estos afloran cerca de la cima del Cerro Flor del Valle y la fragmentación de sus bloques se encuentran entreveradas en el depósito coluvio-deluvial de la ladera.

3.1.2. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

Depósito conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales. Se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles (Vílchez et al., 2019).

En el área evaluada se observan secuencias de materiales coluvio-deluviales y de escombros originados a partir de ocurrencias de movimientos en masa.

Estos depósitos están constituidos por materiales de secuencias de gravas arcillosas con arenas y limos, dentro del material también se observan cantos y bloques con diámetro de hasta 1 m, de composición calcárea y areniscas cuarzosas; estos depósitos se encuentran medianamente saturados y poseen mediana plasticidad, una clasificación tentativa (S.U.C.S), las ubicarían entre gravas limosas (GM) y gravas arcillosas (GC), esta característica sumada a la saturación constante del terreno por procesos de riego, canales no revestidos y sobre todo la infiltración de las aguas por altas precipitaciones pluviales del mes de marzo, las hacen susceptibles a generar movimiento en masa (figuras 8 y 9).



Figura 8. Depósitos coluvio-deluviales ubicados en la parte alta del condominio de Flor del Valle.



Figura 9. Depósitos coluvio-deluviales ubicados en la coordenada UTM WGS 84, 18s Este: 201271 y Norte: 8984299. Por encima de las casas con agrietamientos.

3.1.3. Depósito Aluvial (Qh-al)

Son depósitos inconsolidados que han sido acumulados por la combinación de procesos fluviales, ubicados en las márgenes y terrazas a diferentes niveles ligeramente más elevados (1 a 2 m), conforman terrazas aluviales, donde se ubican viviendas del distrito de Ranrahirca

3.1.4. Depósito fluvial (Qh-fl)

Depósitos porosos no consolidados distribuidos en los valles (cauce del río Santa) están conformados por bloques, gravas y arenas redondeadas.

3.1.1. Depósito pluvial (Qh-pl)

Depósitos porosos no consolidados distribuidos en los valles (cauce del río Santa) están conformados por bloques, gravas y arenas subredondeadas a subangulosas.

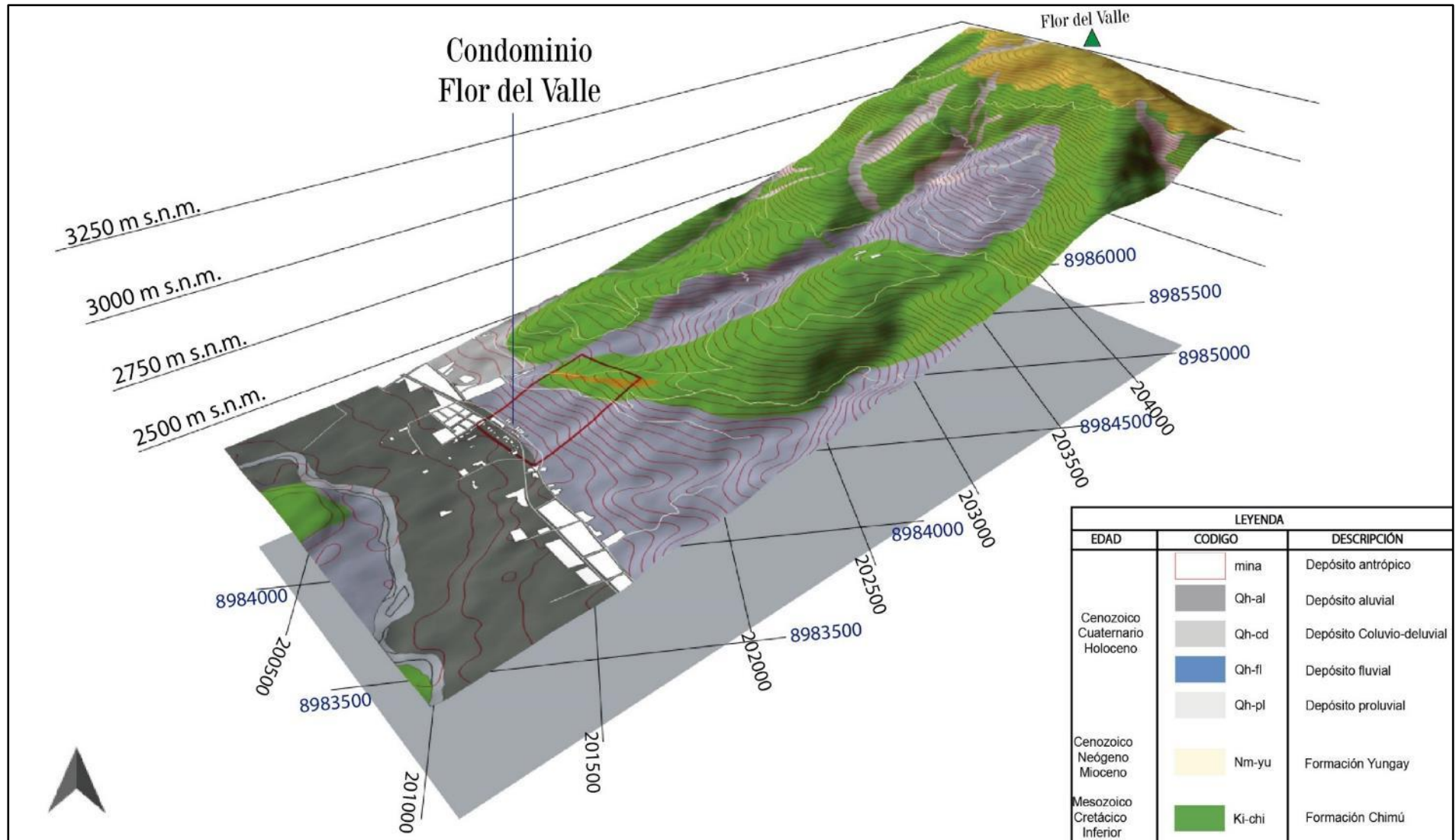


Figura 10. Vista 3D de las unidades litoestratigráficas identificadas en los alrededores del condominio de Flor del Valle.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos, que contribuyen particularmente a los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); por lo cual es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (cuadro 4, figuras 11 y 12).

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
< 1°	Llano	No se encuentran muchos sectores con este rango de pendientes, solo se reflejan en las construcciones antrópicas como techos y patios.
1° a 5°	Inclinación suave	Este rango de pendientes se ubica principalmente en la cercanía al cauce del río Santa, el cual discurre por su cauce con una inclinación similar.
5° a 15°	Moderado	Este rango de pendientes se encuentra en ambas márgenes del río Santa, corresponde a depósitos aluviales y proluviales cercanos al cauce del río Santa.
15° a 25°	Fuerte	Corresponde a la ladera suroeste del cerro Flor del Valle (denominación local), en este sector el depósito coluvio-deluvial adosado a la ladera de la montaña sedimentaria tiene rangos de pendientes desde 18° a 21°, interrumpidos por cortes de talud.
25° a 45°	Muy fuerte	Estas pendientes se observan en la parte superior llegando a la cima del cerro Flor del Valle.
>45°	Muy escarpado	Estas pendientes se representan por cortes de talud en la ladera suroeste del cerro Flor del Valle, donde las caras de talud modificado antrópicamente tiene pendientes promedio de 78° y alturas de 4 m..

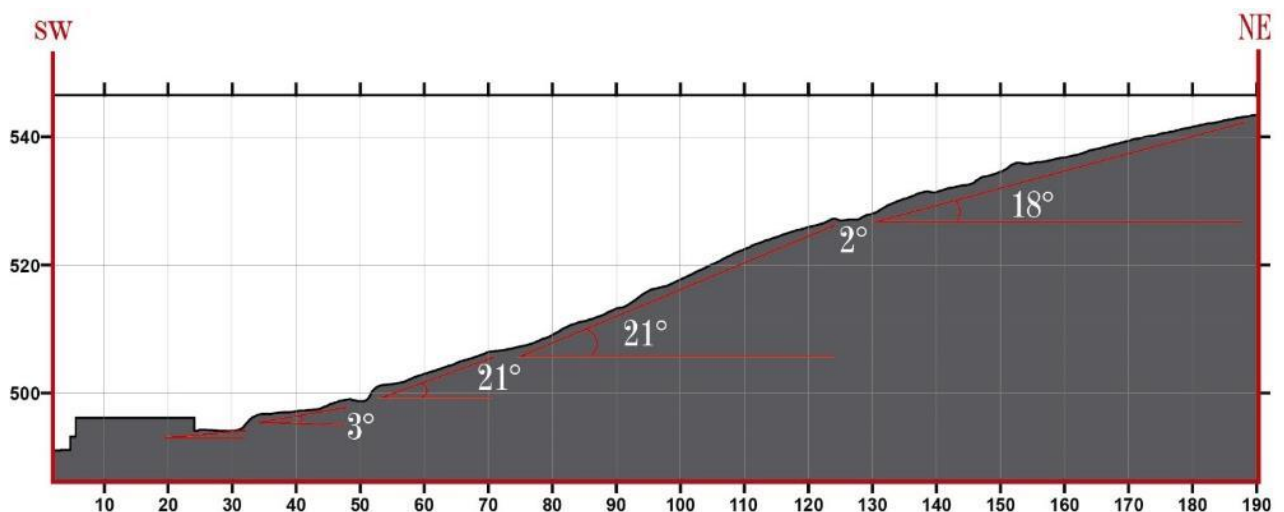


Figura 11. Perfil A-A' del corte presentado en el mapa 2 anexo 1, muestra las pendientes del terreno en base a un DSM de 4 cm/px.

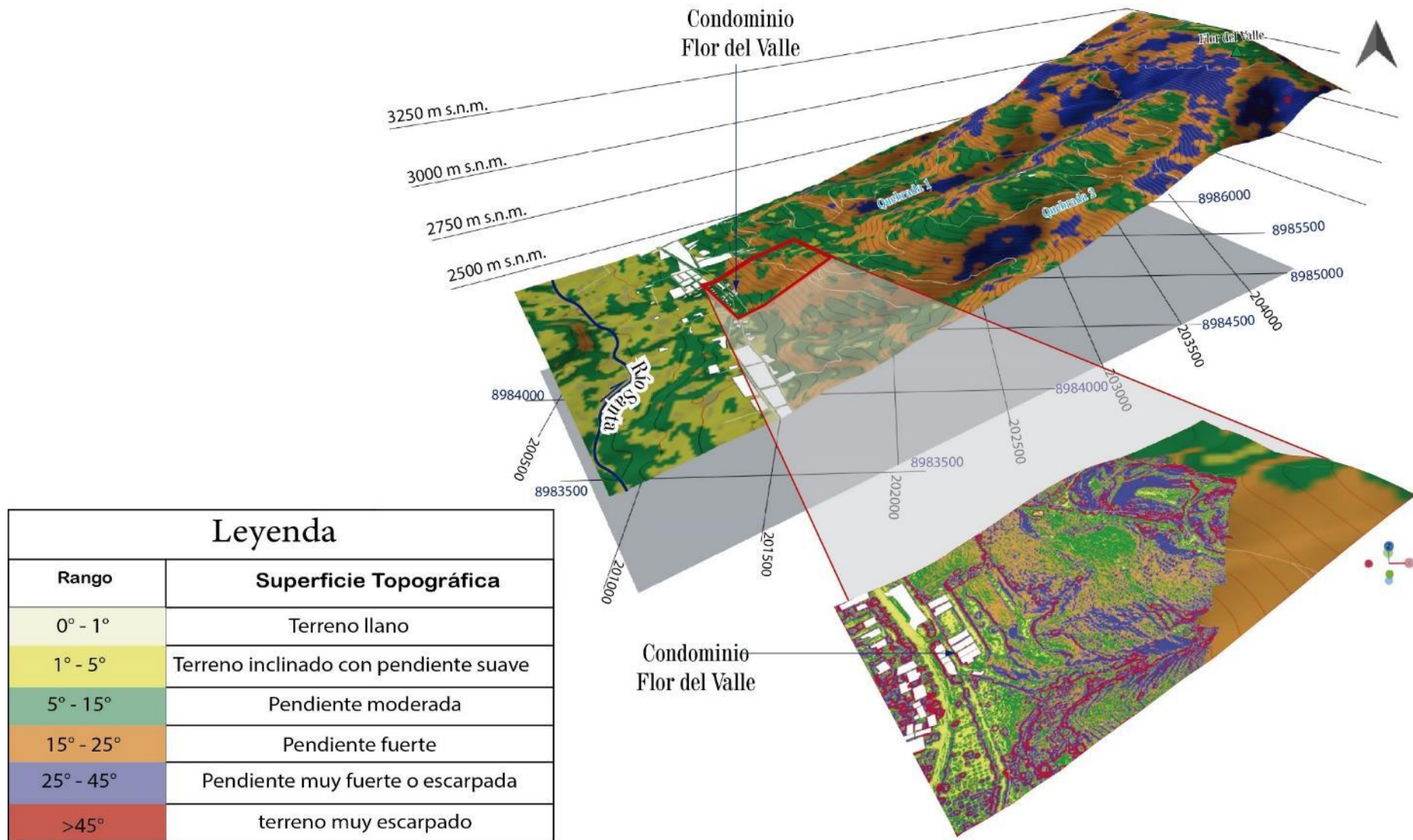


Figura 12. Vista 3D de los rangos de pendientes en el terreno identificados en los alrededores del condominio de Flor del Valle.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (mapa 3-anexo 1), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual; en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales (Villota, 2005).

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (RM-rs): Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas sedimentarias, por el oeste limita con el río Santa hasta parte superior de la montaña Flor del Valle (donde comienza la montaña en roca volcánica) con una altura aproximada de 1200 m, su forma es irregular debido a los procesos de erosión de las rocas que lo conforman, observándose disectado por dos quebradas (1 y 2).

Subunidad de montañas en roca volcánica (RM-rv): Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas volcánicas, por el oeste limita con el límite de la montaña sedimentaria, presenta una altura de aproximadamente 350 m, aunque en el esquema solo se muestre 200 m de esta subunidad, donde su pendiente promedio es de 70° disminuyendo progresivamente hasta los 15° antes de llegar a su cima.

4.2.2. 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 anteriores, aquí se tienen:

Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd): Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se presentan a aproximadamente 1000 m longitudinales del río Santa, adosada a la ladera suroeste del cerro Flor del Valle, limitado por la terraza aluvial y afloramientos de la montaña en roca sedimentaria, presenta una forma convexa con una pendiente promedio de 20°, esta subunidad ha sufrido cortes de talud en su parte baja para la construcción de viviendas, además gran parte de ella es usada como terrenos de cultivo.

Terraza aluvial (T-al): Se trata de superficies de pendiente moderada (5°), se presenta en ambas márgenes del río Santa con una altura aproximada de 1 a 2 m desde su cauce.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes. En este caso corresponde a deslizamientos que cubrieron las laderas y depresiones del flanco suroeste del cerro Flor del Valle, y limita la quebrada 1, este evento se localiza a 1.6 km al este del área de inspección.

4.2.1. Otras geoformas.

Cárcavas (ca): Una cárcava es una incisión producida sobre suelos y rocas del tipo arcillas con pendientes acusadas, por la acción del agua de escorrentía.

Se trata de hendiduras estrechas y profundas separados por aristas, excavadas por la erosión de aguas de escorrentía superficial en materiales blandos carentes de vegetación en la ladera al este del condominio Flor del Valle.

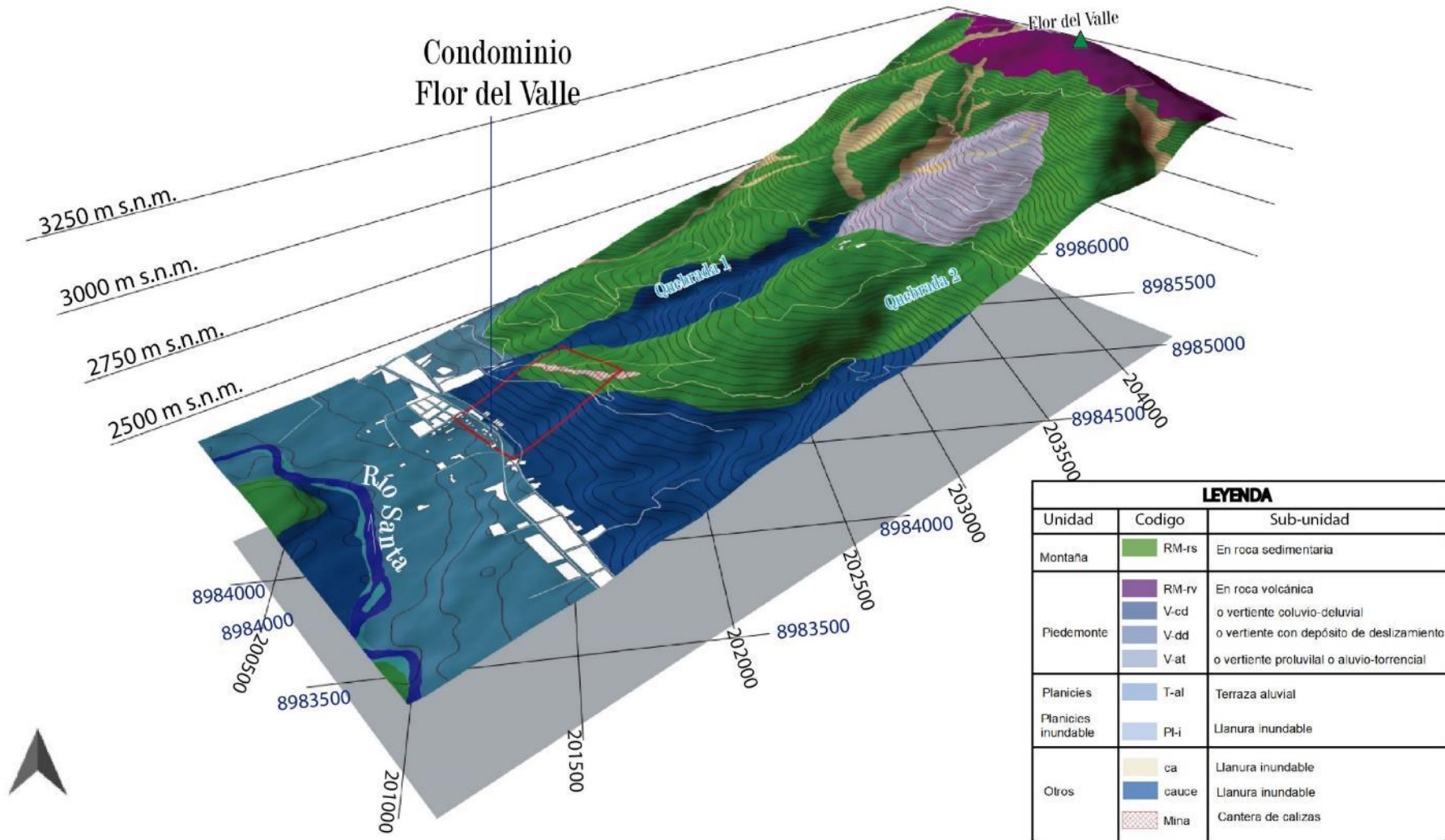


Figura 13. Vista 3D de las unidades geomorfológicas identificadas en los alrededores del condominio de Flor del Valle

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el condominio Flor del Valle, corresponden a movimientos en masa activados sobre un depósito coluvio-deluvial.

La caracterización de peligros geológicos, se realizó en base a la información obtenida de trabajos en campo; donde se clasificaron los tipos de movimientos en masa, basados en la observación, descripción litológica y morfométrica in situ de los mismos, así como la toma de puntos GPS, medidas con distanciómetro láser, fotografías a nivel de terreno y fotografías aéreas que sirvieron para la elaboración de ortomosaicos y modelos digitales de superficie sobre los cuales se realizó el cartografiado.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

5.1.1. Deslizamientos activos

Se identificaron dos deslizamientos en proceso de activación al noreste del condominio Flor del valle, ladera suroeste del cerro Flor del Valle, estos deslizamientos se consideran rotacionales - activos y se describen a continuación:

Deslizamiento 01 (figura 14 y 15)

- La corona superior se encuentra en la cota: 2540 m s.n.m.
- Longitud del escarpe: 63 m
- Salto del escarpe principal: varía de un máximo de 2.25 m a mínimos de 30 cm. aprox.
- El pie de avance del deslizamiento se encuentra en la cota: 2491 m s.n.m (al nivel de la carretera de acceso al condominio Flor del Valle).
- La diferencia entre la cota de la corona y pie de avance es de: 49 m
- La longitud del deslizamiento es de: 152 m.
- El ancho promedio del deslizamiento es: 100 m.
- Área del deslizamiento: 1.6 ha.



Figura 14. Salto de escarpe principal de 1.8 m.



Figura 15. Salto de escarpe principal, este varía de un máximo de 2.25 m a 30 cm.

En base la información litológica y agrietamientos registrados en el terreno: se elaboraron dos perfiles inferidos (figuras 16 y 17), en este podemos observar como el material detrítico coluvio-deluvial condicionado por los diferentes cortes de talud y saturación del terreno (por aguas de lluvia y de regadío) generaron un plano de debilidad (plano de movimiento rotacional inferido) por el cual se generó el desplazamiento de aproximadamente 30 cm, esta masa inestable genera presión sobre las viviendas ubicadas en el corte de talud del condominio Flor del Valle (fuerzas de empuje) provocando agrietamiento y daños en la infraestructura.

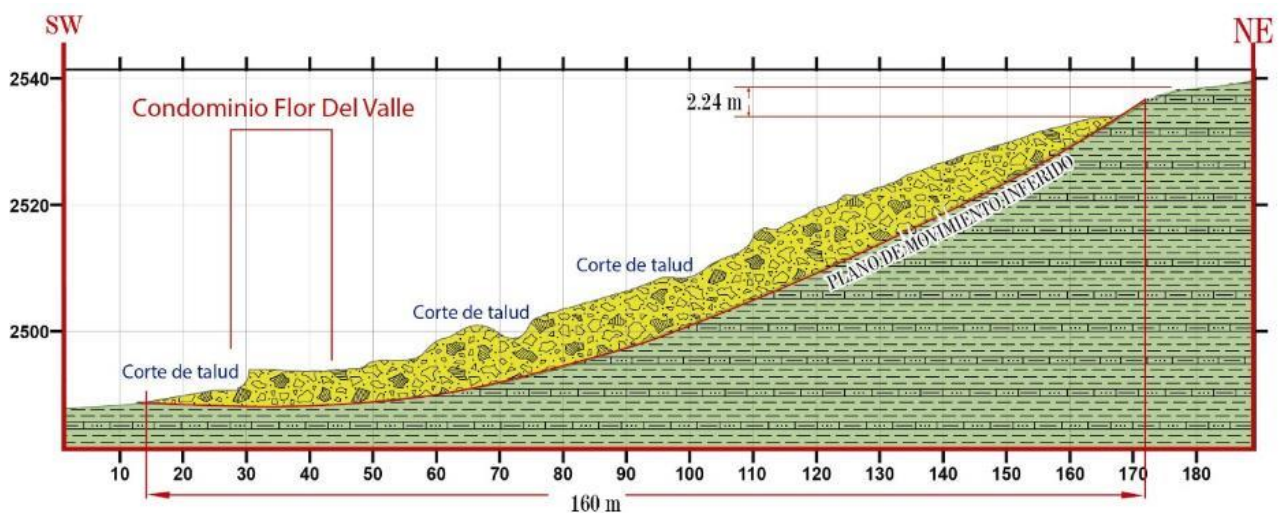


Figura 16. Perfil A-A' en el mapa 04 del anexo 1, muestra el deslizamiento rotacional 01, que afecta las viviendas del condominio Flor del Valle.

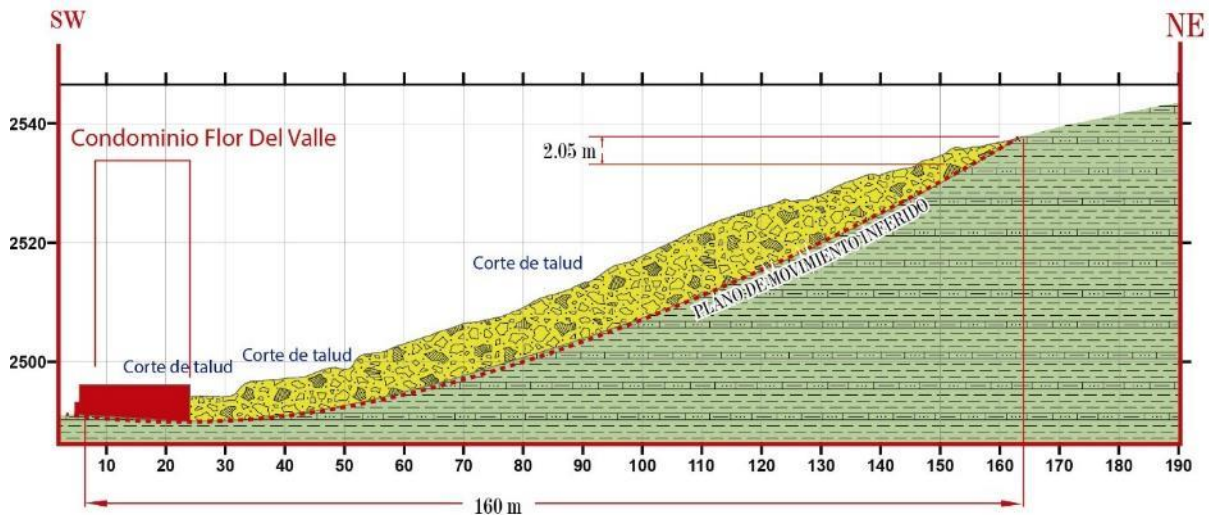


Figura 17. Perfil B-B' en el mapa 04 del anexo 1, muestra el deslizamiento rotacional 01, que afecta las viviendas del condominio Flor del Valle, obsérvese el contacto de la construcción con el talud (área donde se ejerce la fuerza de presión.)

Deslizamiento 02 (figura 18)

Este deslizamiento fue identificado de manera indirecta con la interpretación de datos de campo y ayuda de vistas satelitales sus características son:

- La corona superior se encuentra en la cota: 2542 m s.n.m.
- Longitud del escarpe: 53 m
- Salto del escarpe principal: varía de un máximo de 3.45 m aprox.
- El pie de avance del deslizamiento se encuentra en la cota: 2489 m s.n.m (al nivel de la carretera de acceso al condominio Flor del Valle).
- La diferencia entre la cota de la corona y pie de avance es de: 53 m
- La longitud del deslizamiento es de: 182 m.
- El ancho promedio del deslizamiento es: 91 m.
- Área del deslizamiento: 1.01 ha.

En un corte interpretativo (figura 18) podemos observar la masa deslizante que arranca desde una escarpa de salto de aproximadamente 3.45 m, por las evidencias satelitales este deslizamiento puede ser más joven en el tiempo que el deslizamiento 01.

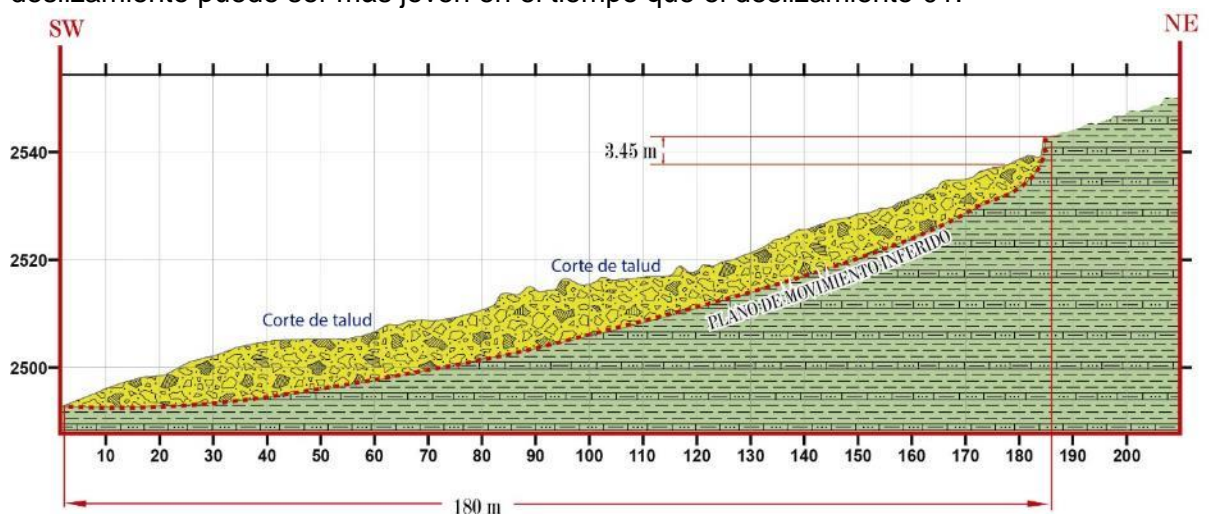


Figura 18. Perfil C-C', muestra la interpretación de deslizamiento 02.



Figura 19. Muestra los escarpes principales de los deslizamientos 01 y 02 en referencia con el condominio Flor del Valle.

Los agrietamientos identificados en campo se detallan en la tabla siguiente y se muestran en la figura 20.

Tabla 3. Agrietamientos en el terreno.

Este (m)	Norte (m)	Altura	Descripción	Apertura	Profundidad visible	desplazamiento horizontal
201355.17	8984345.53	2529.76196	Grietas	10 cm	30 cm	< 5 cm
201350.93	8984348.05	2529.13281	Grietas	12 cm	12 cm	< 5 cm
201392.311	8984343.02	2536.12085	Grietas	50 cm	1m - escarpa principal	50 cm
201348.91	8984340.77	2526.94385	Grietas	5 cm	20 cm	< 5 cm
201364.182	8984333.06	2529.07666	Grietas	2.5 cm	1 m	< 5 cm
201393.851	8984321.59	2532.552	Grietas	10 cm	1m	< 10 cm
201389.516	8984316.8	2530.71338	Grietas	11 cm	45 cm	< 10 cm
201344.962	8984251.94	2505.59815	Grietas	5 cm	30 cm	< 10 cm
201399.955	8984210.88	2504.80957	Grietas	3 cm	27 cm	< 10 cm
201402.228	8984213.06	2506.18213	Grietas	12 cm	15 cm	< 10 cm
201405.075	8984212.44	2506.51245	Grietas	3 cm	10 cm	< 10 cm
201387.401	8984207.23	2503.00684	Grietas	7 cm	5 cm	< 10 cm
201389.027	8984208.96	2503.55298	Grietas	15 cm	5 cm	< 5 cm

201391.276	8984209.79	2503.17896	Grietas	10 cm	12 cm	< 5 cm
201377.398	8984208.46	2502.57471	Grietas	1 cm	11 cm	< 5 cm



Figura 20. A, muestra agrietamientos relacionados al deslizamiento 02, B y C, muestran agrietamientos del deslizamiento 01.

En la ladera donde se han identificado los deslizamientos se evidenciaron agrietamientos con aperturas perpendiculares a la pendiente de magnitudes variadas, además se evidencio la

presencia de plantaciones de paltos y otros con sistemas aspersión (aparentemente no controlada), además de sistemas de drenajes no revestidos y/o impermeabilizados para el transporte de agua (figura 21).

Cabe resaltar que estudios de División de Agricultura y Recursos Naturales de la Universidad de California UC ANR indican que el árbol de palta tiene un sistema de raíces poco profundas que se necesita regar con poca agua, pero frecuentemente. En los días más cálidos del verano, se debe regar cada 7 o 10 días y con un sistema de goteo, el árbol puede necesitar de 45 a 60 galones de agua por día dependiendo de la zona climática y de las características del suelo.

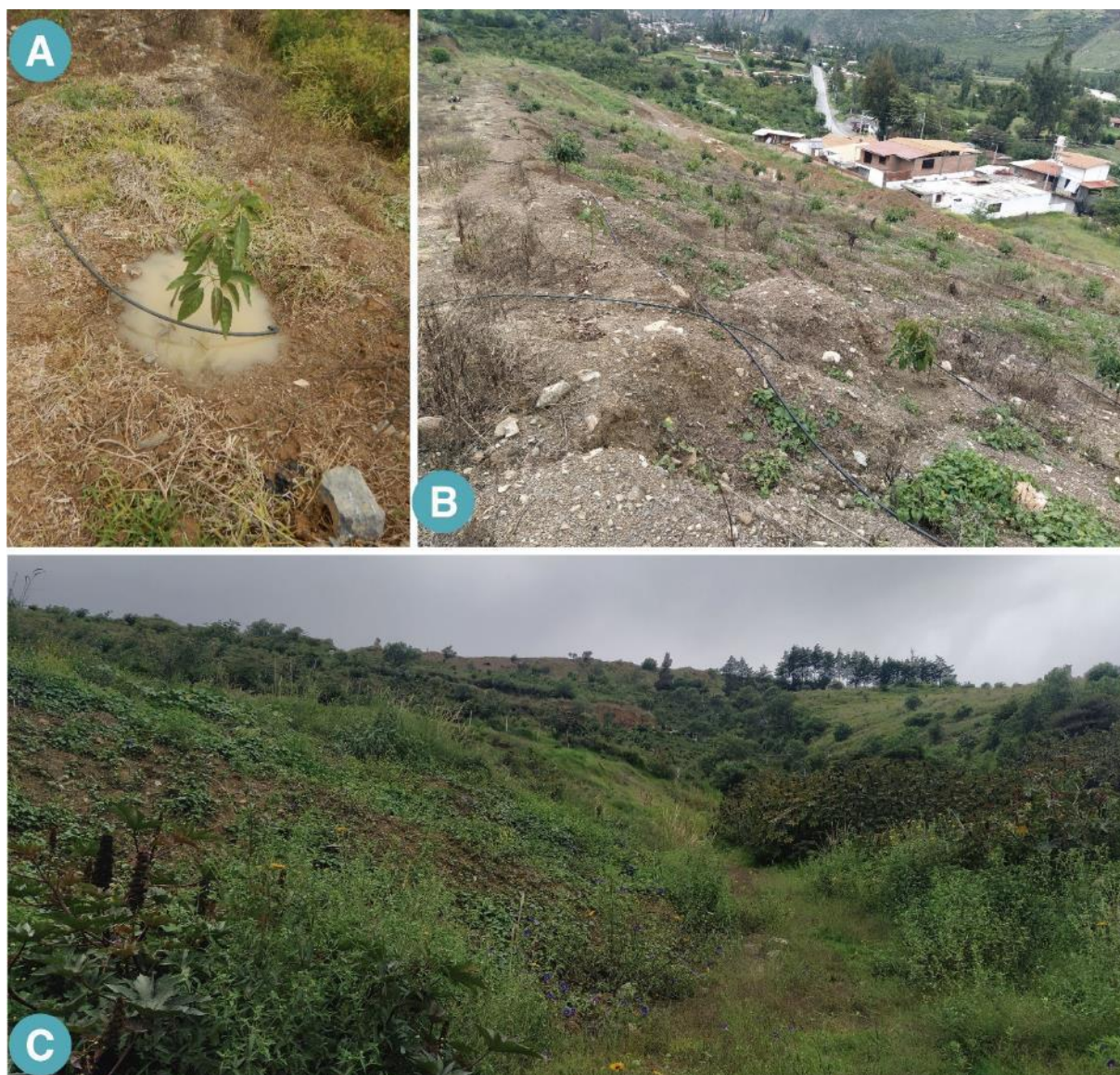


Figura 21. Evidencias de plantaciones de palta y otros, con requerimiento de agua extra a las lluvias, aquí usan aspersores para riego.

5.2. Afectaciones en el condominio Flor del Valle

Los deslizamientos provocaron daños en al menos 04 viviendas ubicadas al pie de la ladera estas viviendas se encuentran en cortes de talud de aproximadamente 4 m.

Dentro de los daños se puede mencionar, agrietamientos en muros, descuadre de puertas y ventanas, así como infiltraciones de agua en paredes colindantes al talud, etc. (figura 22).



Figura 22. A) muestra agrietamientos en los muros colindantes a la ladera, B) grietas en las paredes de la vivienda, además de descuadre de puertas y ventanas y C) muestra agrietamientos en losetas por excesos de presión.

Como se mencionó anteriormente las viviendas estarían soportando la presión ejercida por la masa inestable deslizante 01 (figura 23), como evidencia de ello se tiene la deformación de

los muros colindantes al talud y el desplazamiento de los mismo en hasta 5 cm, a favor del movimiento

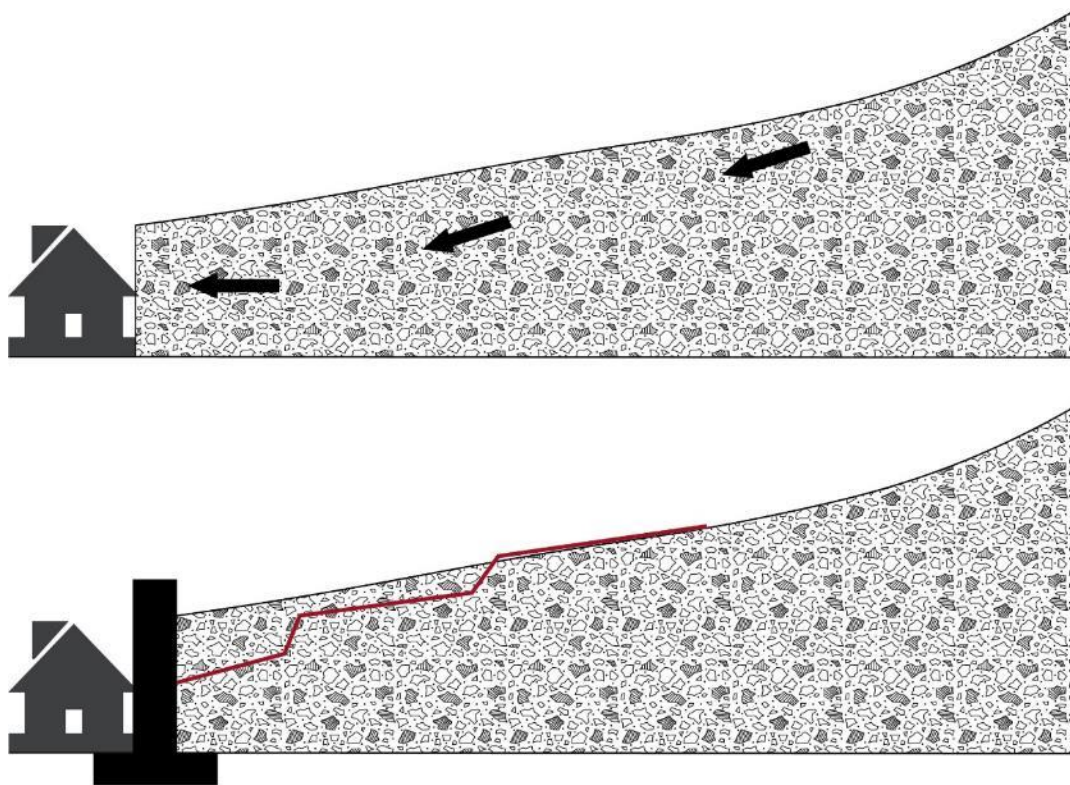


Figura 23. Esquema interpretativo de la ubicación de viviendas en el condominio Flor del Valle, indicando que una solución pudo ser la construcción de muros de contención que separen el talud de las edificaciones y banqueteos en el talud.



Figura 24. Muro deformado por a la presión ejercida de la masa deslizante.



Figura 25. Desplazamiento de 5 cm del muro colindante al talud.

5.3. Factores condicionantes

La ocurrencia de movimientos en masa en condominio Flor del Valle están condicionados principalmente por la geomorfología del área, sus características geológicas y actividades antrópicas. Dentro de las características intrínsecas que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa en el sector evaluado se tienen:

Factor geomorfológico y de relieve

- La vertiente oeste (margen derecha del río Santa) posee una pendiente promedio de 15° a 25°, llegando a la parte superior a más de 45° (zona de afloramiento de rocas sedimentarias y volcánicas), esto favorece la infiltración de aguas de lluvia al terreno, además su composición (vertiente coluvio-deluvial) permite su remoción rápida.

Factor litológico

- En el área evaluada, se presenta un substrato rocoso sedimentario conformado por la intercalación de areniscas cuarzosas con lutitas, arcillitas y limoarcillitas, con grados de meteorización y fracturamiento alto, generando suelos residuales arcillosos de fácil erosión de igual manera los depósitos cuaternarios (coluvio-deluviales) adosados a la ladera suroeste del cerro Flor del valle, se encuentran inconsolidados y se saturan con facilidad aumentando su peso y probabilidad de sufrir movimientos en masa.
- Tanto el substrato rocoso como el depósito coluvio-deluvial poseen alta permeabilidad lo que favorece la infiltración de aguas de escorrentía superficial y el paso de aguas subterráneas.

Factor Antrópico

- Se ha evidenciado la presencia de cultivos (paltos y otros) en áreas superiores a la ladera, estos requieren abundante agua para su producción saturando el terreno.
- La construcción de viviendas ha motivado el corte del talud, sin tener en cuenta medidas estructurales, lo que ha favorecido la inestabilidad de la ladera.

5.4. Factores desencadenantes

- En este caso el principal factor que desencadeno activación de los movimientos en masa fueron las precipitaciones intensas registradas desde el 07 de febrero del 2023, fecha desde la cual las precipitaciones han incrementado su intensidad llegando a diarios acumulados de 80.2 mm (figura 26), esto aunado a los cortes de talud y sobresaturación del terreno con aguas de regadío.

6. CONCLUSIONES

1. Litológicamente en el sector evaluado afloran rocas sedimentarias de las Formaciones Chimú (areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas y limoarcillitas) estos tienen grados de fracturamiento y meteorización altos produciendo suelos residuales arcillosos de fácil erosión.
2. El substrato rocoso está cubierto por depósitos cuaternarios coluvio-deluviales conformados por bloques de calizas y areniscas envueltos en una matriz limo-arcillosa saturada de baja competencia y fácil erosión.
3. El condominio Flor del Valle se ubica sobre una vertiente coluvio-deluvial convexa, con una pendiente general de 15°, en estas subunidades se pueden reconocer escalonamientos interpretados como escarpes con pendientes superiores a 45°.
4. En la ladera superior al condominio Flor del Valle, ubicado en la margen derecha del río Santa, ladera suroeste de la montaña se identificó dos deslizamientos activos; condicionados por la naturaleza del substrato, actividades antrópicas, y filtraciones de agua.

Así tenemos los siguiente:

- Deslizamiento rotacional 01 con un salto de escarpe máximo de 2.25 m, diferencia entre el pie de avance y escarpe de 49 m, este ejerce presión de empuje sobre las viviendas del condominio Flor del Valle generando agrietamientos en su estructura.
 - El deslizamiento rotacional 02 con un salto de escarpe máximo 3.45 m, diferencia entre el pie de avance y escarpe de 53 m, este ejerce presión sobre las viviendas del condominio Flor del Valle.
5. Los factores que condicionaron la inestabilidad de la vertiente coluvio-deluvial y la activación de los dos deslizamientos que afectan al condominio Flor del Valle, son: a) substrato rocoso cualitativamente de mala calidad; b) depósitos cuaternarios con alta permeabilidad y saturados por lluvias estacionales del mes; c) falta de sistemas de drenaje; e) cortes de talud en forma indiscriminada sin tomar un criterio geotécnico y f) sembríos en la ladera que requieren riego.
 6. El factor desencadenante para los movimientos en masa antes descritos fueron las precipitaciones pluviales, que en el mes de marzo alcanzaron máximos diarios de 80.2 mm
 7. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en el Condominio Flor del Valle se le considera a este de **Peligro Alto** a movimientos en masa y como **Zona Crítica**.

7. RECOMENDACIONES

No estructurales

1. Reubicación de las viviendas afectadas.
2. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR), a fin de evaluar los elementos expuestos en el condominio Flor del Valle, esto determinara si es necesaria la reubicación permanente de dicho condominio.
3. **Prohibir** el corte de ladera con fines de ampliación y/o construcción de nuevas viviendas.
4. Las autoridades locales deben evaluar las condiciones estructurales de las viviendas y determinar si estas siguen siendo habitables o no, y brindar el apoyo respectivo.
5. Restringir el sembrío de cultivos en la ladera superior al condominio Flor del Valle hasta lograr la estabilidad de la ladera. Prohibir los cultivos que requieran gran cantidad de agua y que se encuentren ubicados en la ladera.
6. Sellar las grietas identificadas con materiales arcillosos para evitar la infiltración de las aguas pluviales.
7. Implementar planes de monitoreo constante (coordinación comunal) para identificar posibles movimientos mayores en las masas deslizantes.

Estructurales

8. Instalación muros de contención entre las viviendas y el corte de talud, Es muy importante, que estos muros tengan un drenaje adecuado, con el fin de evitar la acumulación de agua tras de sí, que incrementen su carga hidráulica (Esta recomendación está vinculada a los resultados de la numero 4).
9. Implementar sistemas de drenaje (espina de pez), que recolecten las aguas en la ladera oeste del cerro y las deriven hacia las quebradas y ríos principales.
10. Implementar sistemas de drenaje subterráneo con el objeto disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten generando el incremento en los vectores de movimiento de las masas inestables.

Nota: Todas las medidas estructurales deben ser diseñadas y supervisadas por especialistas teniendo en cuenta estudios geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos y de factibilidad que determinen las medidas exactas y ubicación final de los mismos.

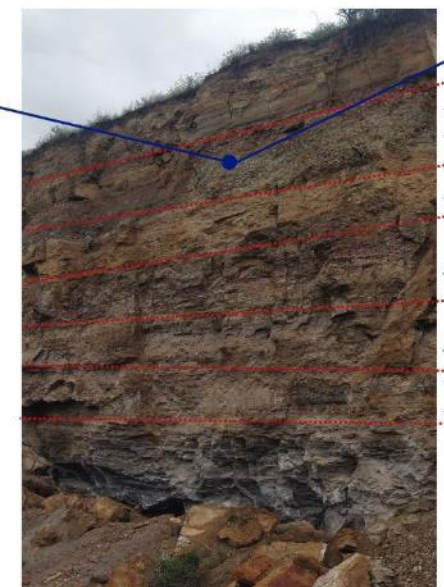
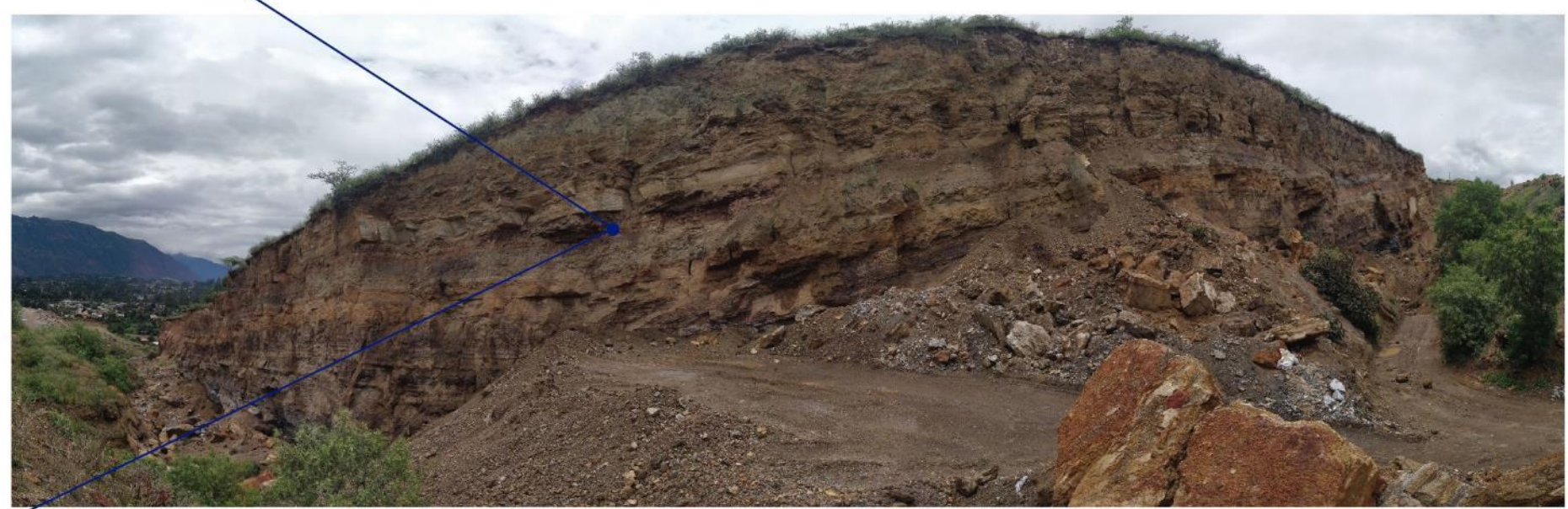
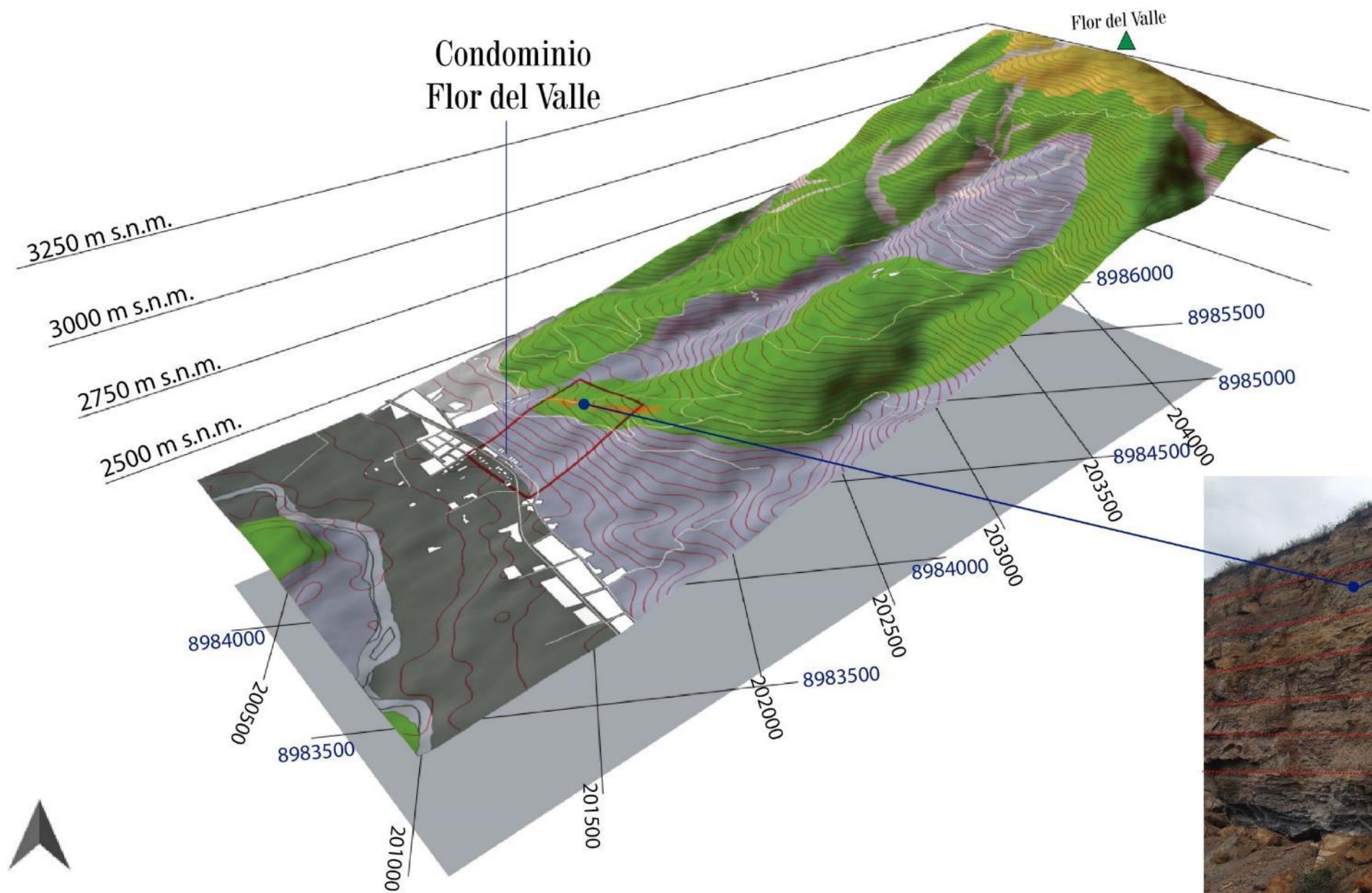
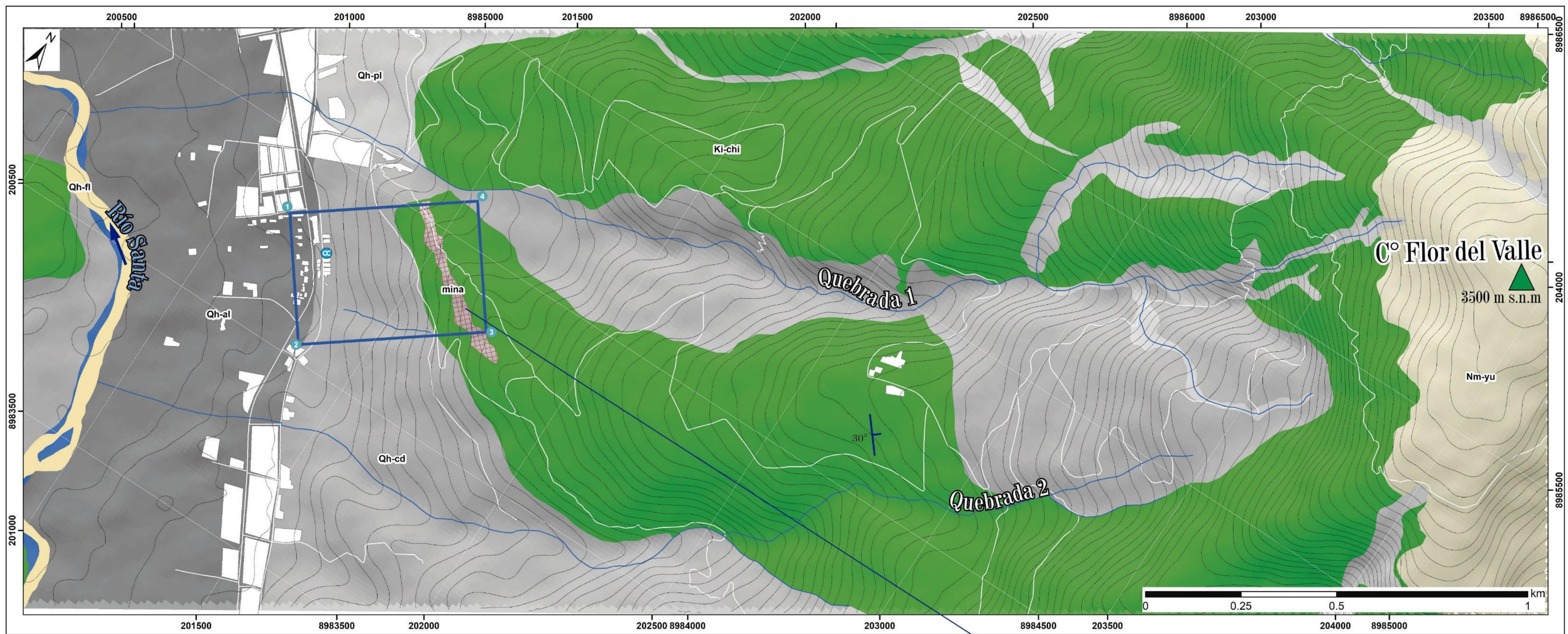

Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico


.....
Ing. SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Davila y Celi (1994) – INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 12, Estudio Geodinámico de la Cuenca del río Huaura – Huaral, <https://hdl.handle.net/20.500.12544/267>
- Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- Mejía Fernández (1998) – Hidrología e hidráulica, manual para el control de la erosión Manizales Colombia 1998. P 111-112
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Valdivia y Latorre (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q)- Escala 1:50 000 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2166>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p.
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Villacorta, S.; Peña, F.; Jaimes, F.; Sosa, N.; Condori, E., et al. (2019). Evaluación integral de la cuenca del río Mariño (Abancay, Apurímac) para la prevención de desastres de origen geológico y geohidrológico. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 71, 175 p., 5 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2409>

ANEXO 1: MAPAS



- Lutitas verdes
- Lutitas rojizas
- Areniscas
- Areniscas Cuarzosas
- Lutitas
- Calizas

LEYENDA		
EDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Cenozoico Cuaternario Holoceno		mina
		Qh-al
		Qh-cd
		Qh-fl
Cenozoico Neógeno Mioceno		Nm-yu
		Ki-chi
Mesozoico Cretácico Inferior		

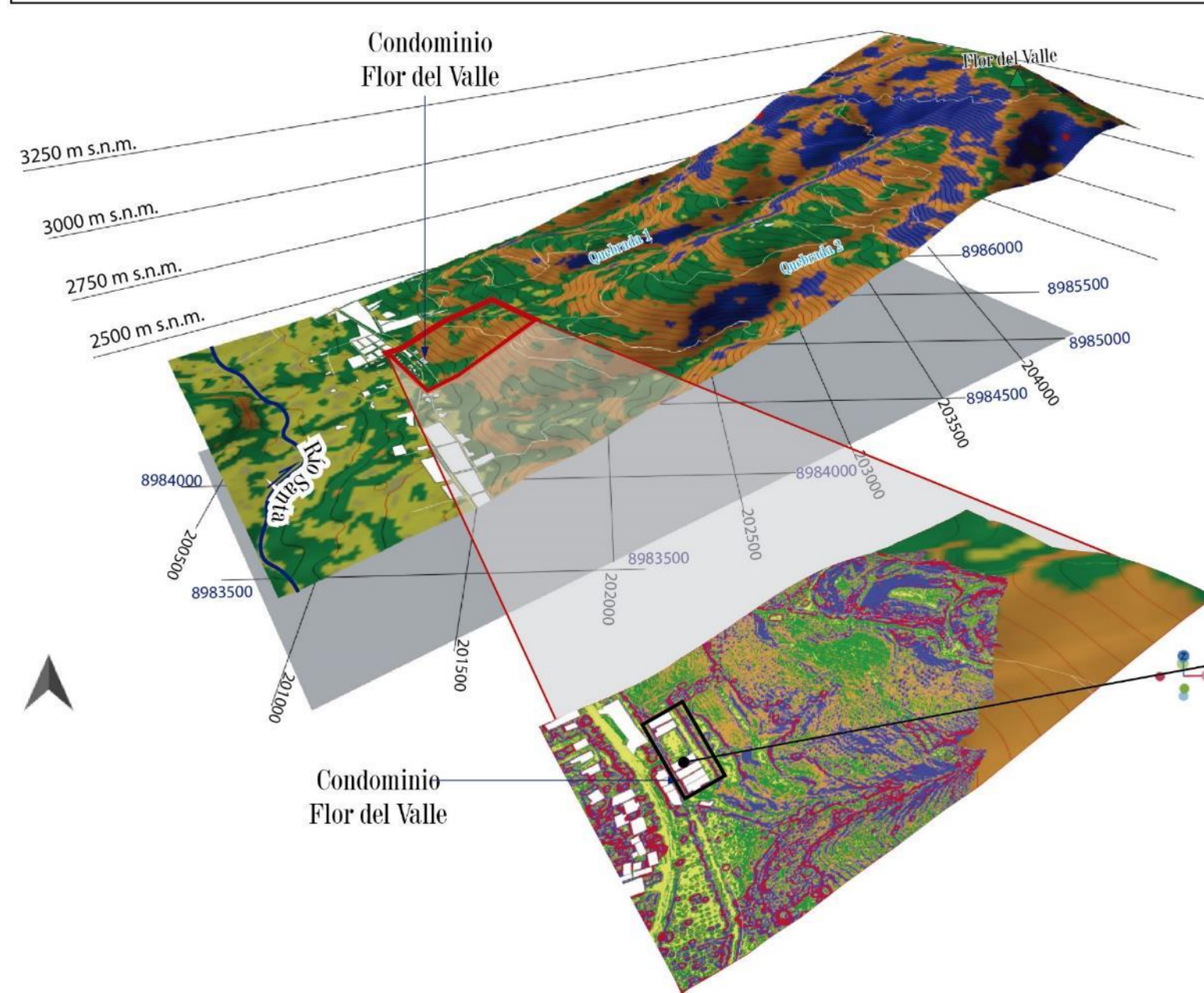
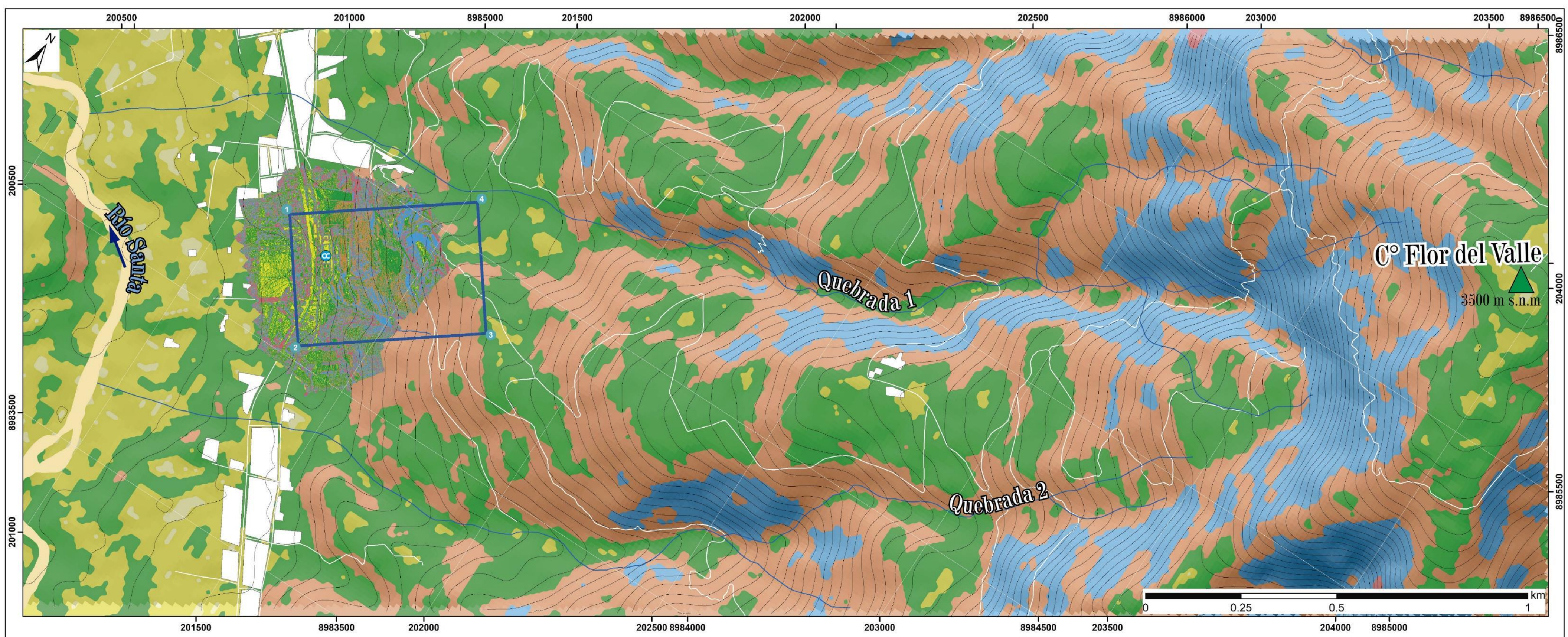
N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	201134.00 m E	8984316.00 m S	-9.178186°	-77.719458°
2	201341.00 m E	8984034.00 m S	-9.180748°	-77.717595°
3	201731.00 m E	8984333.00 m S	-9.178074°	-77.714029°
4	201525.00 m E	8984606.00 m S	-9.175593°	-77.715883°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
CC	201314.10 m E	8984179.31 m S	-9.179436°	-77.717831°

Simbología	
	Área de inspección
	Viviendas
	Curvas de nivel 10 m
	Quebradas
	Vías de acceso
	Dirección de ríos
	Cerros

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO ANCASH
 PROVINCIA YUNGAY
 DISTRITO RANRAHIRCA

GEOLOGIA EN EL CONDOMINIO FLOR DEL VALLE Y ALREDEDORES

Escala: 1/6800 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 **MAPA 01**
 Versión digital 2023 Impreso: 2023
* En base al modelo DSMN del Planos 18.5 y 18.6 geográficos. Registro 2023



Leyenda

Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	201134.00 m E	8984316.00 m S	-9.178186°	-77.719458°
2	201341.00 m E	8984034.00 m S	-9.180748°	-77.717595°
3	201731.00 m E	8984333.00 m S	-9.178074°	-77.714029°
4	201525.00 m E	8984606.00 m S	-9.175593°	-77.715883°
CC	201314.10 m E	8984179.31 m S	-9.179436°	-77.717831°

Simbología

- Área de inspección
- Viviendas
- Curvas de nivel 10 m
- Quebradas
- Vías de acceso
- Dirección de ríos
- Cerros

INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
DEPARTAMENTO ANCASH
PROVINCIA YUNGAY
DISTRITO RANRAHIRCA

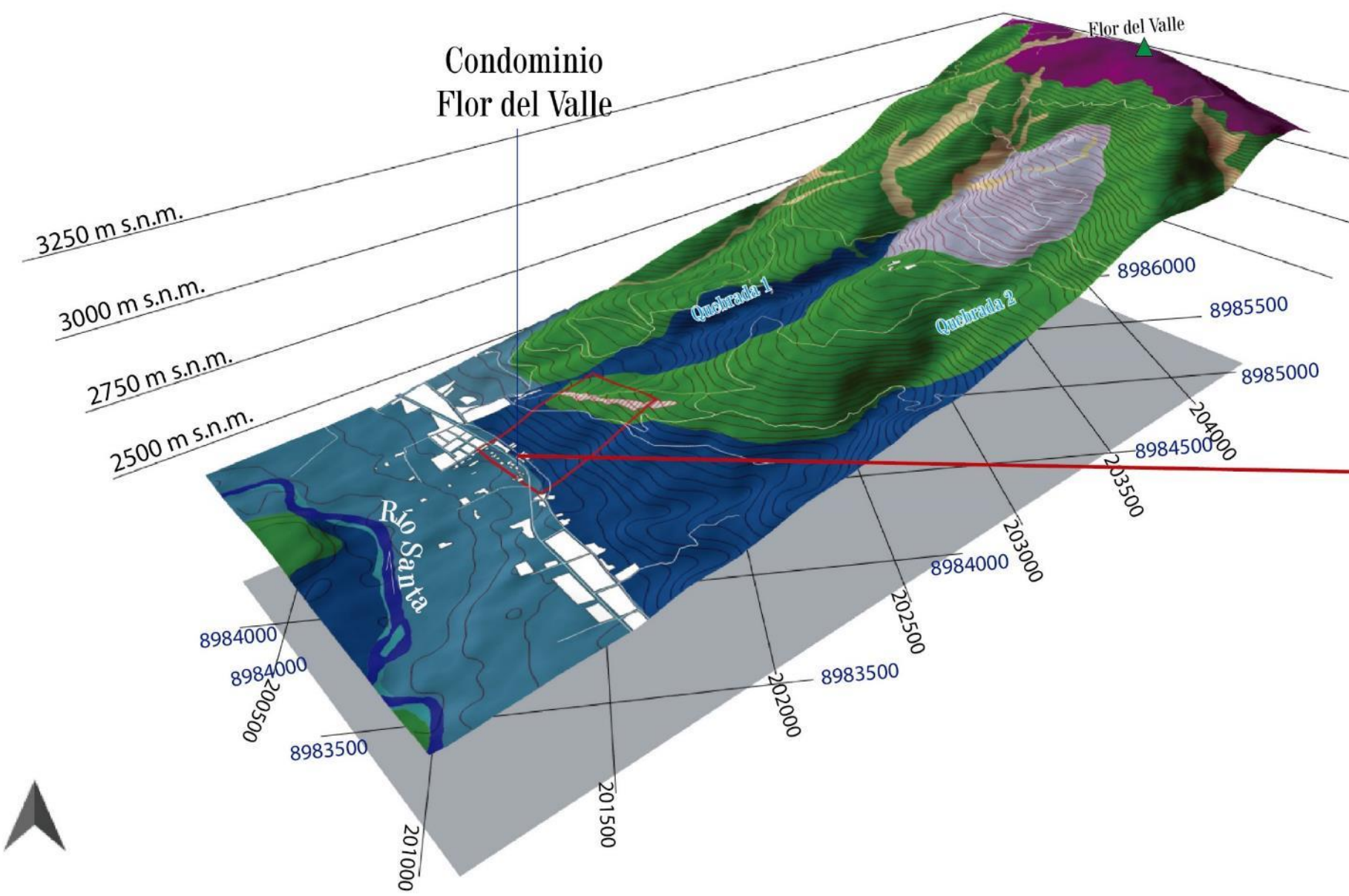
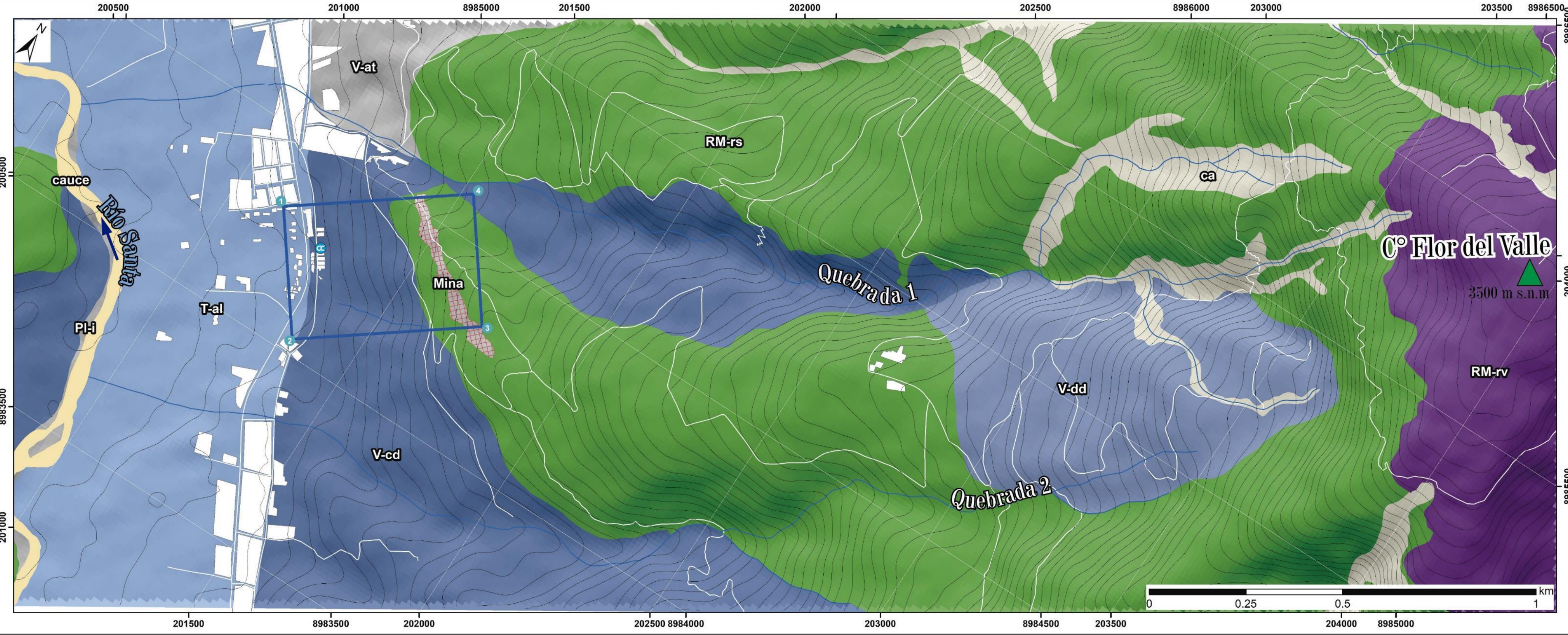
PENDIENTES DEL TERRENO CONDOMINIO FLOR DEL VALLE

Escala: 1/6800 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna **MAPA 02**

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Impreso: 2023

Versión digital 2023

* En base al modelo DEM del Plan 10.3 y a fotografías aéreas 1992



LEYENDA

Unidad	Codigo	Sub-unidad
Montaña	RM-rs	En roca sedimentaria
	RM-rv	En roca volcánica
Piedemonte	V-cd	o vertiente coluvio-deluvial
	V-dd	o vertiente con depósito de deslizamiento
	V-at	o vertiente proluvial o aluvio-torrencial
Planicies	T-al	Terraza aluvial
	PI-i	Llanura inundable
Otros	ca	Llanura inundable
	cauce	Llanura inundable
	Mina	Cantera de calizas

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	201134.00 m E	8984316.00 m S	-9.178186°	-77.719458°
2	201341.00 m E	8984034.00 m S	-9.180748°	-77.717595°
3	201731.00 m E	8984333.00 m S	-9.178074°	-77.714029°
4	201525.00 m E	8984606.00 m S	-9.175593°	-77.715883°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
CC	201314.10 m E	8984179.31 m S	-9.179436°	-77.717831°

Simbología

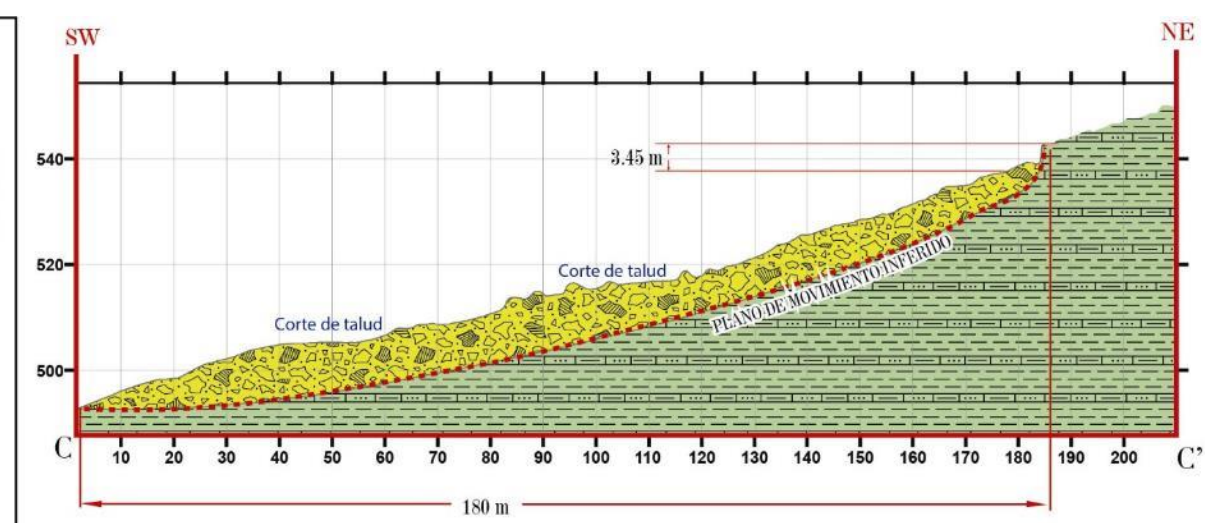
- Área de inspección
- Viviendas
- Curvas de nivel 10 m
- Quebradas
- Vías de acceso
- Dirección de ríos
- Cerros

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO ANCASH
 PROVINCIA YUNGAY
 DISTRITO RANRAHIRCA

GEOMORFOLOGÍA EN EL CONDOMINIO FLOR DEL VALLE Y ALREDEDORES

Escala: 1/6800 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2023 Impreso: 2023

MAPA 03



LEYENDA	
Código	Descripción
	Deslizamiento rotacional Activo
	Zona de corte de talud
	Corte por canchales
	Deslizamiento rotacional Activo
	Línea de perfiles
	Puntos de coordenadas
	Centros poblados
	Ubicación de fotografías
	Curvas de nivel (1m)

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO ANCASH
 PROVINCIA YUNGAY
 DISTRITO RANRAHIRCA

PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CONDOMINIO FLOR DEL VALLE

Escala: 1/6800 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2023 Impreso: 2023

MAPA 04

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	201134.00 m E	8984316.00 m S	-9.178186°	-77.719458°
2	201341.00 m E	8984034.00 m S	-9.180748°	-77.717595°
3	201731.00 m E	8984333.00 m S	-9.178074°	-77.714029°
4	201525.00 m E	8984606.00 m S	-9.175593°	-77.715883°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
CC	201314.10 m E	8984179.31 m S	-9.179436°	-77.717831°

Simbología	
	Área de inspección
	Viviendas
	Curvas de nivel 10 m
	Quebradas
	Vías de acceso
	Dirección de ríos
	Cerros

