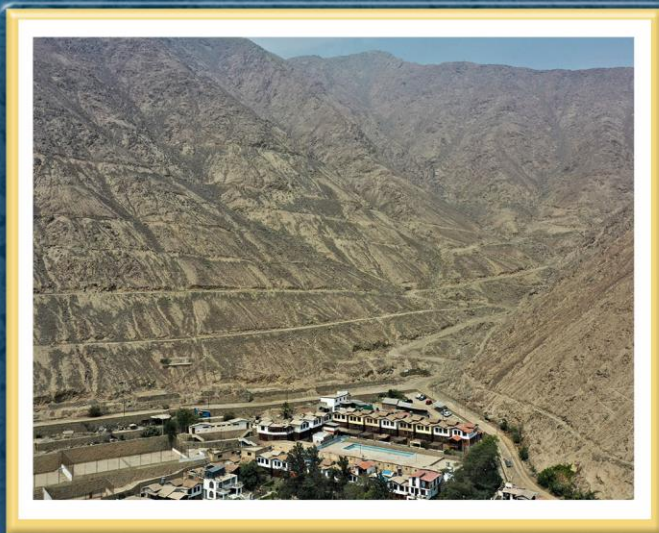


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7408

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA URBANIZACIÓN EL CUADRO

Departamento Lima
Provincia Lima
Distrito Chaclacayo



AGOSTO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA URBANIZACIÓN EL CUADRO

Distrito Chaclacayo, provincia Lima, departamento Lima

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

Equipo de investigación:

Lucio Medina Allcca

Hugo Dulio Gómez Velásquez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023) - *Evaluación de peligro geológico por flujo de detritos en la urbanización El Cuadro. Distrito Chaclacayo, provincia Lima, departamento Lima.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7408, 41 p

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| 1.1. Objetivos del estudio | 5 |
| 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores | 5 |
| 1.3. Aspectos generales | 6 |
| 1.3.1. Ubicación..... | 6 |
| 1.3.2. Población..... | 8 |
| 1.3.3. Accesibilidad..... | 8 |
| 1.3.4. Clima | 8 |
| 2. DEFINICIONES | 9 |
| 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS..... | 13 |
| 3.1. Unidades intrusivas y litoestratigráficas | 13 |
| 3.1.1. Super unidad Santa Rosa (Ks-bc/sr-tn, di)..... | 13 |
| 3.1.2. Depósito fluvial (Q-fl) | 15 |
| 3.1.3. Depósito aluvial (Q-al) | 15 |
| 3.1.4. Depósito proluvial (Q-pl) | 15 |
| 3.1.5. Depósito coluvial (Q-cl)..... | 15 |
| 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS..... | 16 |
| 4.1. Pendientes del terreno..... | 16 |
| 4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas..... | 16 |
| 4.2.1. Unidad de Montañas..... | 16 |
| 4.2.2. Unidad de Piedemonte | 17 |
| 4.2.3. Unidad de terraza | 17 |
| 5. PELIGROS GEOLÓGICOS..... | 18 |
| 5.1. Peligro geológico por flujo de detritos..... | 18 |
| 5.1.1. Factores condicionantes | 27 |
| 5.1.2. Factores desencadenantes del deslizamiento | 28 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 29 |
| 7. RECOMENDACIONES..... | 30 |
| 1. BIBLIOGRAFÍA..... | 31 |
| ANEXO 1: MAPAS | 32 |

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligro geológico por flujo de detritos realizado en la urbanización El Cuadro del distrito de Chaclacayo, provincia y departamento de Lima. Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Ingemmet cumple con la función de brindar asistencia técnica en el tema de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

La urbanización de El Cuadro, litológica y geomorfológicamente se sitúa sobre depósitos proluviales que se originaron a partir de las ocurrencias de flujos de detrito; además, la pendiente del terreno menores a 15°. La urbanización se encuentra rodeada principalmente por montañas con pendiente entre 25° a 45° y modeladas en rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita altamente meteorizadas en superficie y estructura muy fracturada.

En el área donde se realizó la evaluación de peligros geológicos presenta 07 rasgos de ocurrencias de flujos de detritos ubicados al este de la manzana O, sureste de la manzana I, suroeste de la manzana I y en el este de la manzana D. Además, la activación de flujos podría afectar todas las manzanas de la urbanización El Cuadro hasta la carreta central pero el lugar de inicio está condicionado a la ubicación de las precipitaciones pluviales.

Las viviendas más afectadas por la ocurrencia de flujos de detritos podrían ser las ubicadas en las manzanas I, O, D y C.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas descritas en el presente informe, el área ocupada por la urbanización El Cuadro se encuentra en una **Zona Crítica y de peligro Alto** a la ocurrencia de flujos de detritos; los mismos, que pueden ser desencadenados por lluvias extraordinarias como los que ocurrió durante los fenómenos el Niño o Ciclón Yacu.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones generales para que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica con la finalidad de minimizar los daños.

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 la solicitud del Presidente de la Asociación de Propietarios y Residentes de la urbanización El Cuadro; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación del peligro geológico por flujos de detritos.

El Ingemmet a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros Lucio Medina Allcca y Hugo Dulio Gómez Velasquez, para realizar la evaluación de los peligros geológicos in situ.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente en trabajos anteriores realizados por el Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron que permitan obtener Modelos Digitales del Elevación (DEM) y ortomosaicos para uso como base cartográfica de detalle), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se redactó el informe técnico.

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar el peligro geológico por flujo de detritos en la urbanización El Cuadro.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyeron en la ocurrencia del evento.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico por flujo de distritos identificado durante los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel regional, que involucra la zona de evaluación, se tiene:

- A) Memoria descriptiva de la Geología del cuadrángulo de Chosica (Mamani et al., 2021). Estudio realizado dentro de la actualización de la Carta Geológica Nacional a escala 1:50 000, el cual contempla la descripción detallada de las unidades litoestratigráficas, que corresponde a un macizo conformado por tonalita y diorita

Boletín N° 76, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la región Lima” (Luque et al., 2020). La publicación contiene el inventario de peligros geológicos en el departamento de Lima, en el cual se registra un total

de 4329 ocurrencias; siendo las caídas de rocas y derrumbes (37.4%), además de los flujos de detritos (26.2%), los eventos de mayor recurrencia y los observados en la zona de estudio. Además, se muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:500 000, donde los alrededores del área habitada del área de evaluación se ubican en zona de susceptibilidad Alta. 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) Boletín N° 59, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao elaborado por Villacorta et al. 2015. Al boletín se anexa mapa de inventario, susceptibilidad por movimientos en masa, zonas críticas, entre otros.
- C) Boletín N° 43, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Lurín, Chancay y Chosica escala 1:100 000” (Palacios et al., 1992). Describe la geología de la zona de estudio y alrededores.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área específica evaluada pertenece a la urbanización El Cuadro del distrito de Chaclacayo, provincia Lima, departamento Lima (Figura 1). Además, se encuentra ubicada dentro de las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Coordenadas del área de evaluación

| Vértices | UTM - WGS84 - Zona 18L | | Geográficas | |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|-------------|-------------|
| | Este | Norte | Latitud | Longitud |
| 1 | 305310.55 | 8675023.82 | -11.980031° | -76.788055° |
| 2 | 305310.62 | 8672250.41 | -12.005099° | -76.788220° |
| 3 | 303354.39 | 8672250.35 | -12.004984° | -76.806181° |
| 4 | 303354.32 | 8675023.76 | -11.979916° | -76.806015° |
| COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL | | | | |
| Coordenada principal | 304408.00 | 8673476.00 | -11.993968° | -76.796434° |

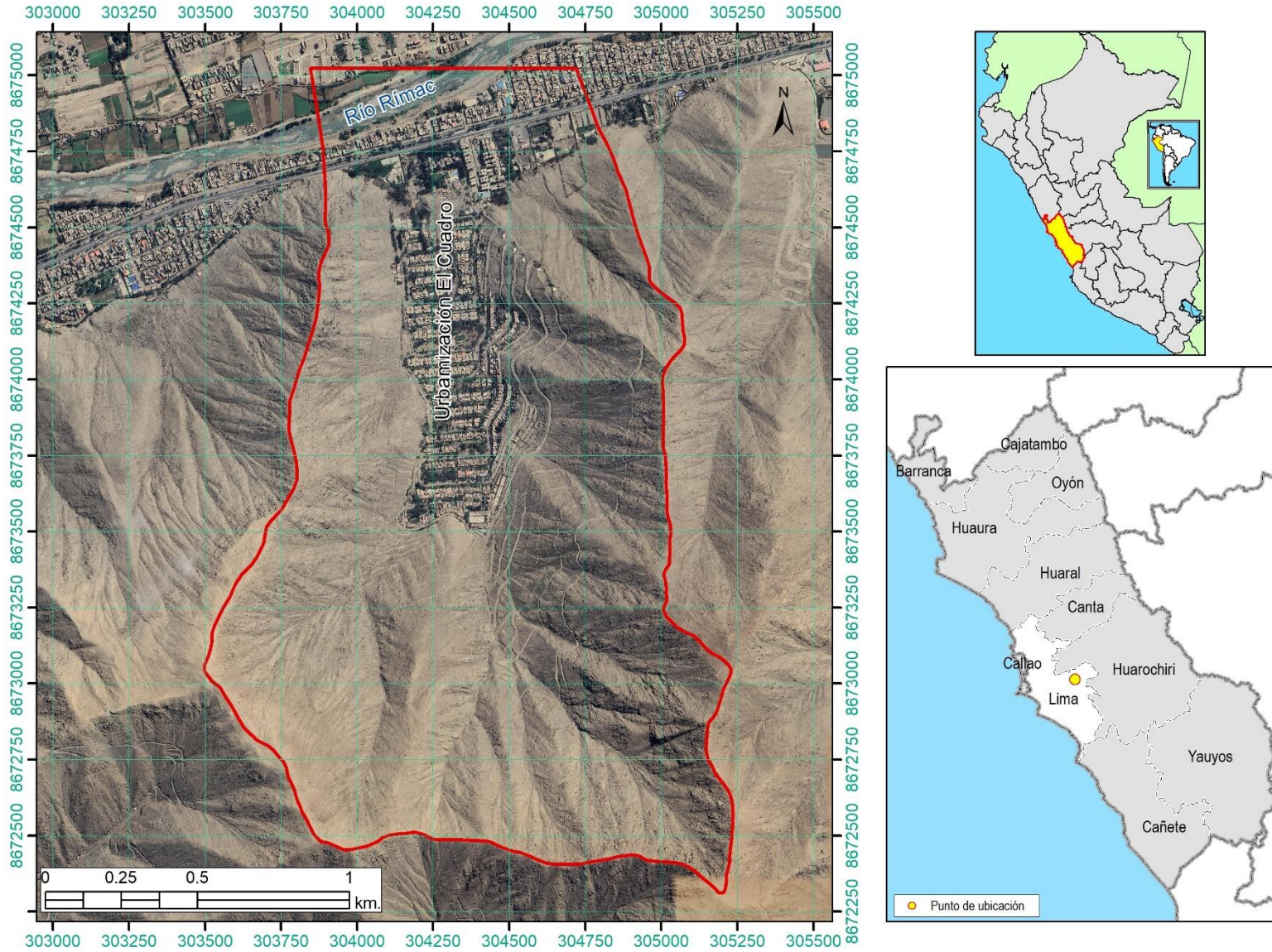


Figura 1. Ubicación del área evaluada se muestra delimitada encuadro rojo.

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada en el distrito de Chaclacayo fue de 41 110 habitantes distribuidos en un total de 9 965 viviendas particulares. Una parte de esa población (594 familias) y viviendas (594 Bungalows) corresponde a la urbanización El Cuadro.

1.3.3. Accesibilidad

Para acceder a las áreas evaluada de la urbanización El Cuadro, desde las oficinas del Ingemmet, situada en la ciudad de Lima, se sigue las rutas que se presenta en el cuadro 1:

Cuadro 1. Rutas y accesos

| Ruta | Tipo de vía | Distancia (km) | Tiempo estimado |
|------------------|-------------|----------------|-----------------|
| Lima – El Cuadro | Asfaltada | 34 | 1 hora |

1.3.4. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el distrito de Chaclacayo presenta un clima semicálido, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, y con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de precipitaciones pluviales, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos raster y de satélite) que se muestra en la figura 2, en la zona de evaluación se generaron precipitaciones pluviales principalmente entre febrero hasta abril del 2023; durante los meses de marzo y abril las precipitaciones alcanzaron valores de 18.2 mm y 15.6 mm respectivamente.

En la fotografía 1, se muestra las huellas dejadas por la caída de precipitaciones pluviales en la quebrada s/n durante el ciclón Yaku del presente año.

Además, en la figura 2 se muestra la frecuencia de las anomalías de las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo.

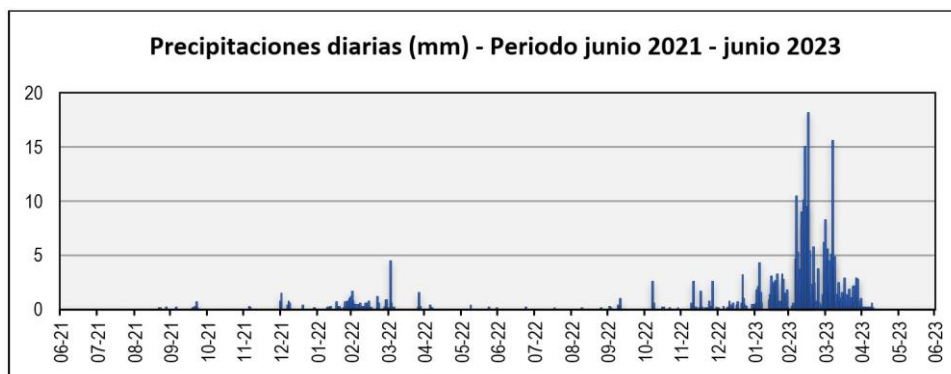


Figura 2. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo junio 2021- junio 2023.

Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history>

Según la figura 3 donde se analiza los datos históricos, la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad; podemos observar que la temperatura anual oscila entre un máximo de 30.0°C en verano y un mínimo de 9°C en invierno, y la humedad promedio de 65% durante casi todo el año.

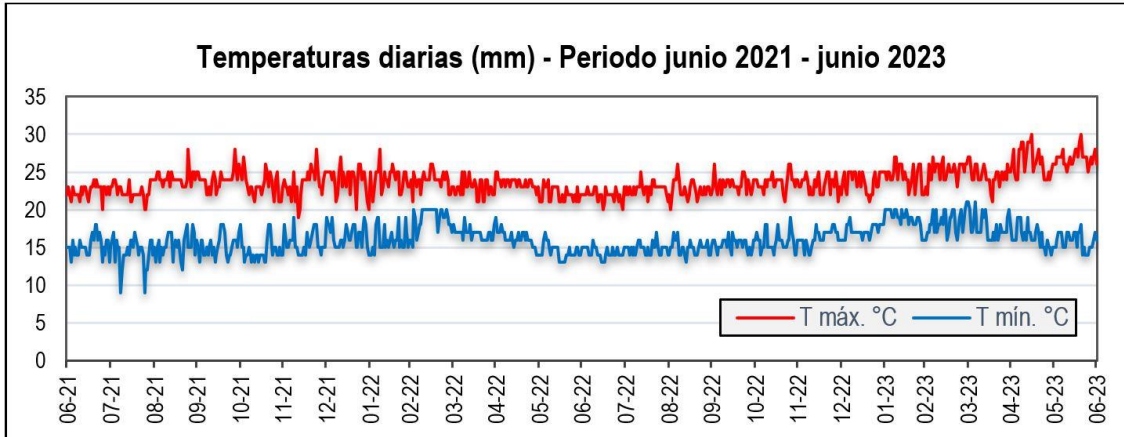


Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo junio 2021- junio 2023.

Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history>



Fotografía 1. Huellas de la caída de precipitaciones pluviales ubicado al sureste de la manzana I de la urbanización El Cuadro.

Coordenadas UTM: 304518.12 / 8673149.23, Zona 18.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la

identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

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

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

Arcilla: Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

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

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

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

Crecida de detritos: Flujo muy rápido de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal, usualmente también llamados flujos hiperconcentrados (Hungry et al., 2001).

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.

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

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

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

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

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

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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

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

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

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

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

Inundación pluvial: Se originan por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Licuefacción: Pérdida de la resistencia al corte de un suelo debido a un incremento rápido de la presión de poros del agua. El caso más común se presenta cuando ocurre un sismo en suelos granulares finos saturados con baja densidad relativa. Sin.: licuación.

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

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

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

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.

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

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

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

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

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. 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.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La información base para el análisis de los aspectos geológico se obtuvo del boletín N° 43 elaborado por Palacios *et al.* (1992) y del mapa geológico del cuadrángulo de Chosica, hoja 24j3 elaborado por Mamani *et al.* (2021). Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades intrusivas y litoestratigráficas

El área evaluada está compuesta principalmente por rocas intrusivas de la Super Unidad Santa Rosa, depósitos, fluviales, aluviales y coluviales (Mapa 1).

3.1.1. Super unidad Santa Rosa (Ks-bc/sr-tn, di)

El macizo del área evaluada está conformado por rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita altamente meteorizadas en superficie; además, presenta una estructura muy fracturada, con espaciamentos muy próximas a próximas entre sí (0.01 – 0.20 m) y abiertas (1,0 – 5,0 mm), de resistencia baja (25-50 Mpa). Se presentan formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos (Fotografía 2); además, según la clasificación GSI el macizo se caracteriza como fuertemente fracturado (Figura 4).

Según Mamani *et al.* (2021) la tonalita representa la litología predominante en toda el área, así como muestra variaciones locales en textura, composición y tamaño de grano principalmente; a nivel general, son tonalitas de textura granular hipidiomórfica, grano medio a grueso, color gris medio a gris claro, abundante plagioclasa euhedral a subhedral maclado, cuarzo anhedral en menor cantidad, anfíboles subhedrales y biotitas.

La granodiorita se encuentra instruyendo a las tonalitas, los afloramientos presentan rocas con textura granular hipidiomórfica, grano grueso a muy grueso, constituido principalmente por cristales de plagioclasas, de formas subhedrales, prismáticos y de macla polisintética y, en menor proporción, ortosas. En sectores, están reemplazados por sericitas con formas anhedrales. Además, se observan cristales de cuarzo anhedrales, fracturados. También, se aprecian grandes cristales azulados de textura fibrosa, correspondientes a anfíboles, en proceso de alteración, que presentan bordes de arcillas. Como accesorios, se visualizan minerales opacos de formas anhedrales, con óxidos en los bordes, producto de la alteración de anfíboles (Mamani *et al.*, 2021).



Fotografía 2. Vista del macizo diaclasado compuesto por roca intrusivas que rodea la urbanización El Cuadro.
 Coordenadas UTM: 304518.12 / 8673149.23, Zona 18.

| | Estructura | CONDICIÓN DE SUPERFICIE | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|------------|-------|-----------|
| | | MUY BUENO | BUENO | EQUITATIVO | POBRE | MUY POBRE |
| Decrece la calidad de Superficie | | | | | | |
| | INTACTO O MASIVO - Macizo rocoso in situ o especímenes de roca intacta, con escasa discontinuidades ampliamente espaciadas. | 90 | | | N/A | N/A |
| | FRACTURADO EN BLOQUE - Masa de roca bien unido, consiste de un bloque cubico formado por 3 conjuntos de intersecciones discontinuas. | 80 | 70 | | | |
| | FUERTEMENTE FRACTURADO EN BLOQUES Macizo rocoso algo perturbado, conformado por trozos o bloques de roca trabados de varias caras angulosos y definidos por cuatro o más conjuntos de familias. | | 60 | 50 | | |
| | FRACTURADO Y PERTURBADO - Macizo rocoso plegado y/o fallado con bloques angulares formado por la intersección de numerosos sets de estructuras. | | | 40 | | |
| | DESINTEGRADO - Macizo rocoso muy fracturado y quebrado conformado por un conjunto pobremente trabado de bloques y trozos de roca angulosos y también redondeados. | | | 30 | 20 | |
| | LAMINADO/CIZALLADO - Rocas débiles plegadas y cizalladas tectónicamente. Carencia de formación de bloques debido a la esquistocidad que prevalece sobre otras estructuras. | N/A | N/A | | | 10 |



Figuras 4. Clasificación GSI del macizo.
 Coordenadas UTM: 304518.12 / 8673149.23, Zona 18.

3.1.2. Depósito fluvial (Q-fl)

Conformado por bloques, gravas y arenas mal seleccionadas en matriz areno-limosa; se ubica en el curso principal del río Rímac.

3.1.3. Depósito aluvial (Q-al)

Son depósitos acumulados en las márgenes del río Rímac, corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales por el transporte que sufrieron y su ubicación tienen selección de regular, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial.

3.1.4. Depósito proluvial (Q-pl)

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas.

Estos depósitos están constituidos por capas de gravas gruesas y finas mal clasificadas, con elementos subangulosos a subredondeados, envueltos en una matriz de arenas, limos y combinaciones arenarcillosas en proporciones variables, medianamente consolidados.

3.1.5. Depósito coluvial (Q-cl)

Corresponde al depósito producto de la meteorización mayormente física (caídas de rocas), resultantes principalmente de la acción transportadora de la gravedad (Fotografía 3).

Los depósitos coluviales están conformados por material grueso de naturaleza homogénea, heterométricos, mezclados con materiales finos como limo y arcilla principalmente, además, su distribución es caótica.



Fotografía 3. Vista panorámica de depósito coluvial ubicado al sureste de las Manzanas I y H de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304518.12 / 8673149.23, Zona 18.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno, es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

El mapa de pendiente del terreno a nivel local (mapa 2) se elaboró en base a la información del modelo de elevación digital de 10 m de resolución generado con "imágenes satelitales SPOT proporcionadas por el CNOIS-CONIDA y procesadas por el Ingemmet",

Para la caracterización de la pendiente del terreno se consideró 6 rangos de pendientes como son: de 0°-1° considerados terrenos llanos; 1° a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

Según el mapa 2, la pendiente del terreno en los alrededores de la urbanización El Cuadro varía entre 25° a 45° considerada como fuerte a muy fuerte; también, se presenta pendientes dispersos mayores a 45° relacionados a terrenos muy escarpados. Así mismo, la pendiente de terreno donde se asienta la población de la Urbanización El Cuadro es menor a 15° caracterizada moderada a ligeramente inclinada.

4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas

La caracterización de las subunidades geomorfológicas (mapa 3), se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve individualizando tres tipos generales y específicos del relieve en función de su altura relativa, diferenciándose colinas, piedemontes y planicies.

Además, para la delimitación se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales) dando énfasis en la diferenciación de los depósitos recientes; sobre todo depósitos de movimientos en masa identificados en campo y con ayuda de las fotografías aéreas captadas por dron e imágenes satelitales de alta resolución.

En el área de evaluación se han diferenciado las siguientes unidades y subunidades geomorfológicas:

4.2.1. Unidad de Montañas

Corresponde a geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En el área de evaluación de acuerdo a su morfología y origen se subdivide en:

Montaña en roca sedimentaria (M-ri):

Subunidad geomorfológica modelada en rocas intrusivas de la Super unidad Santa Rosa, las cuales se muestran afectadas por procesos tectónicos y físicos (Fotografía 4). La

pendiente de sus laderas varía entre 25° a 45° caracterizada como muy fuerte a escarpado; también, se observa sectores aislados con pendiente muy escarpada (mayor a 45°) y pendiente moderada a fuerte (5° a 15°) relacionadas a la cima de montaña.



Fotografía 4. Vista panorámica de subunidades geomorfológicas de la urbanización El Cuadro conformado por montañas modeladas en rocas intrusivas y piedemonte proluvial. Coordenadas UTM: 304119.00 / 8673616.00, Zona 18.

4.2.2. Unidad de Piedemonte

Se identificó las siguientes subunidades:

Piedemonte coluviodeluvial (P-cd)

Corresponde a subunidades formadas por depósitos inconsolidados acumulados al pie de las laderas de montañas, en forma de talus de detritos irregulares de origen coluvial, de edad reciente, que descienden ladera abajo. Presenta litológica homogénea a causa de su corto a mediano recorrido.

Se asocian geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo caída de rocas y conforman materiales potencialmente inestables de las laderas que caen o ruedan por la fuerza de gravedad, con ayuda de las lluvias intensas o movimientos sísmicos.

Piedemonte proluvial o aluviotorrencial (P-pral)

Son planicies con pendiente suave a moderado (menor a 15°), posicionadas al pie de las montañas modeladas en rocas intrusivas, está conformado por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua y lluvias estacionales de carácter excepcional, características de la quebrada afluyente. Muchos de estos depósitos están asociados a cursos individuales de quebradas secas y se asocian, principalmente, al fenómeno El Niño.

4.2.3. Unidad de terraza

Se identificó la siguiente subunidad:

Terraza aluvial (T-a)

Corresponde a porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado con pendiente del terreno entre 1° a 5° y altura relativamente marcada. Se encuentra en las márgenes del río Rímac. Está subunidad es susceptible a la inundación y erosión fluvial.

Terraza fluvial (T-f)

Subunidad formada por la corriente actual de los ríos, litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.); conforma la llanura de inundación o el lecho del río Rímac.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La evaluación de peligros geológicos en la urbanización El Cuadro se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en el método de observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno dron y se complementó con el análisis de imágenes satelitales de alta resolución.

La urbanización El Cuadro se encuentra en una quebrada geodinámicamente intermitente, representada por ocurrencias de flujos de detritos y caídas de rocas.

En las laderas se observa material suelto proveniente de caídas de rocas, la disposición de este material detrítico es susceptible a ser erosionado y generar flujos de detritos detonados fuertes precipitaciones pluviales (fenómeno El Niño).

Además, considerando como base la fotografía aérea de 1940 del Servicio Aerofotográfico de Perú y la imagen satelital del 2022 disponible en Google Earth Pro (Figura 5), se describe el peligro por flujo de detritos a la que esta expuesto la urbanización El Cuadro (Figura 6).

5.1. Peligro geológico por flujo de detritos

Según las observaciones realizadas en campo, se evidencia que el basamento rocoso intrusivo se encuentra muy fracturada con un notorio grado de meteorización (altamente meteorizadas), estos factores contribuyen a la acumulación de materiales coluviales y en la formación de suelos arenosos; además, estas rocas presentan una erosión peculiar de tipo esferoidal, por lo que tiende a formar en la ladera bloques sueltos subangulosos con diámetros de hasta 1.0 m (Fotografía 5)

En el área evaluada, se presenta rasgos hasta en 07 sectores con ocurrencias flujos de detritos principales; además, según el análisis de la aerofografía de 1940, más del 90% de la población de la urbanización El Cuadro se encuentra asentada sobre depósitos de flujos de detritos antiguos (Figura 6) donde, según Tavera (2012) el suelo es de tipo GP-GM conformado por gravas arenosas mal gradadas con finos limosos y arcillosos.

Los depósitos de flujos de detritos ubicados al este de la manzana O (Figura 7 y Fotografía 6), sureste de la manzana I (Figura 8 y Fotografías 7, 8 y 9), suroeste de la manzana I (Figura 9, 10 y Fotografías 10 y 11) y el este de la manzana D (Figura 11 y Fotografía 12) son susceptibles a activarse con lluvias extraordinarias como las que ocurrió en el fenómeno El Niño o el Ciclón Yacu u otros.



Figura 5. Comparación entre la ortofoto de 1940 y la imagen satelital del 2022 donde se observa ocurrencias de flujos de detritos y la ocupación del área de la urbanización El Cuadro.



Fotografía 5. Bloques sueltos subangulosos con diámetros de hasta 1 m ubicado al sureste de la manzana I de la urbanización El Cuadro.
 Coordenadas UTM: 304418.00 / 8673333.00, Zona 18.



Figura 6. En la ortofoto de 1940 se muestra la cartografía de múltiples ocurrencias de flujos de detrito y en la imagen satelital del 2022 se observa la ocupación de pobladores de la urbanización El Cuadro. Las interlineas amarillas corresponde a las manzanas y las flechas a la dirección de flujos de detritos

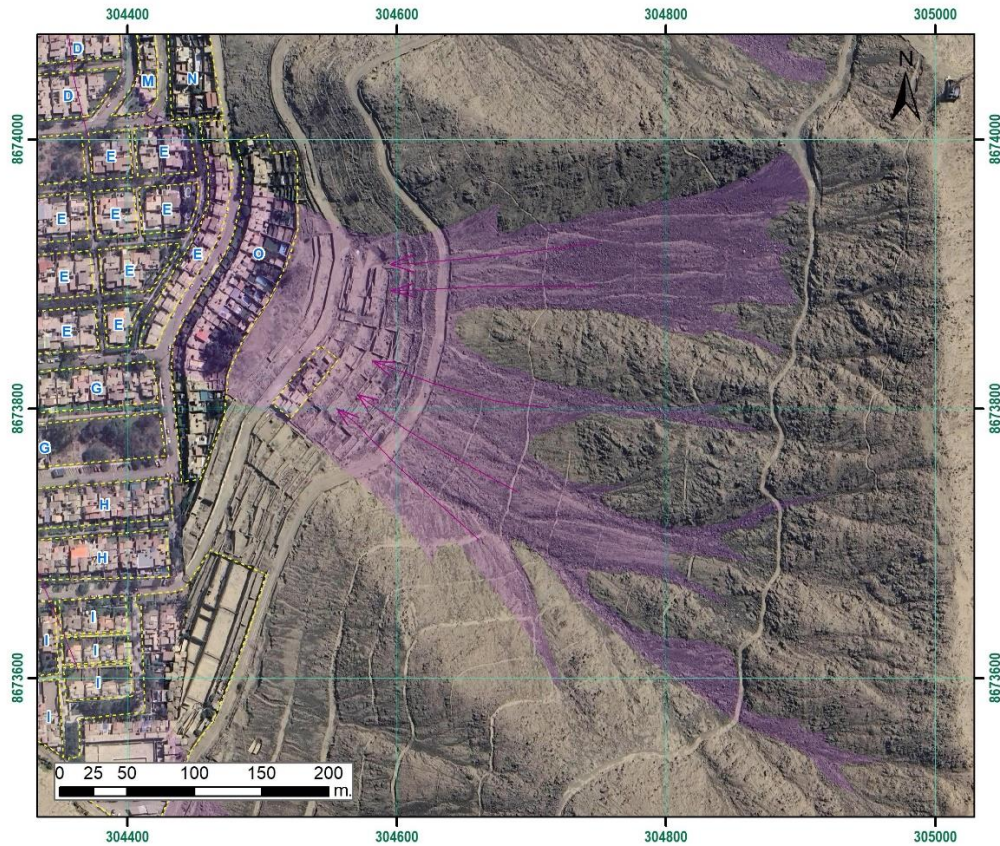


Figura 7. Depósitos de flujos de detritos antiguos ubicado en el este de las Manzanas O y E de la urbanización El Cuadro.



Fotografía 6. Vista panorámica de los depósitos de flujos de detritos ubicado en el este de las Manzanas O y E de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304537.00 / 8673842.00, Zona 18.



Figura 8. Depósitos de flujos de detritos antiguos ubicado al sureste de las manzanas I y H de la urbanización El Cuadro.



Fotografía 7. Vista panorámica de los depósitos de flujos de detritos ubicado al sureste de las Manzanas I y H de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304413.00 / 8673455.00, Zona 18.



Fotografía 8. Depósitos de flujos de detritos antropizado ubicado al sureste de las Manzanas I y H de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304475.00 / 8673096.00, Zona 18.



Fotografía 9. Rastros de generación de flujos de detritos durante el ciclón Yacu ubicado al noreste de la manzana I de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304513.00 / 8673148.00, Zona 18.



Figura 9. Depósitos de flujos de detritos antiguos ubicado al suroeste de las Manzanas I y H de la urbanización El Cuadro.



Fotografía 10. Vista panorámica de los depósitos de flujos de detritos ubicados al suroeste de las Manzanas I y H de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304056.00 / 8673398.00, Zona 18.



Fotografía 11. Depósitos de flujos de detritos en la quebrada ubicado al suroeste de las Manzanas I de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304056.00 / 8673398.00, Zona 18.



Figura 10. Con líneas discontinuas se muestra el agujero para desaguar aguas de lluvia durante el ciclón Yacu en la manzana G de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304222.05 / 8673756.54, Zona 18.

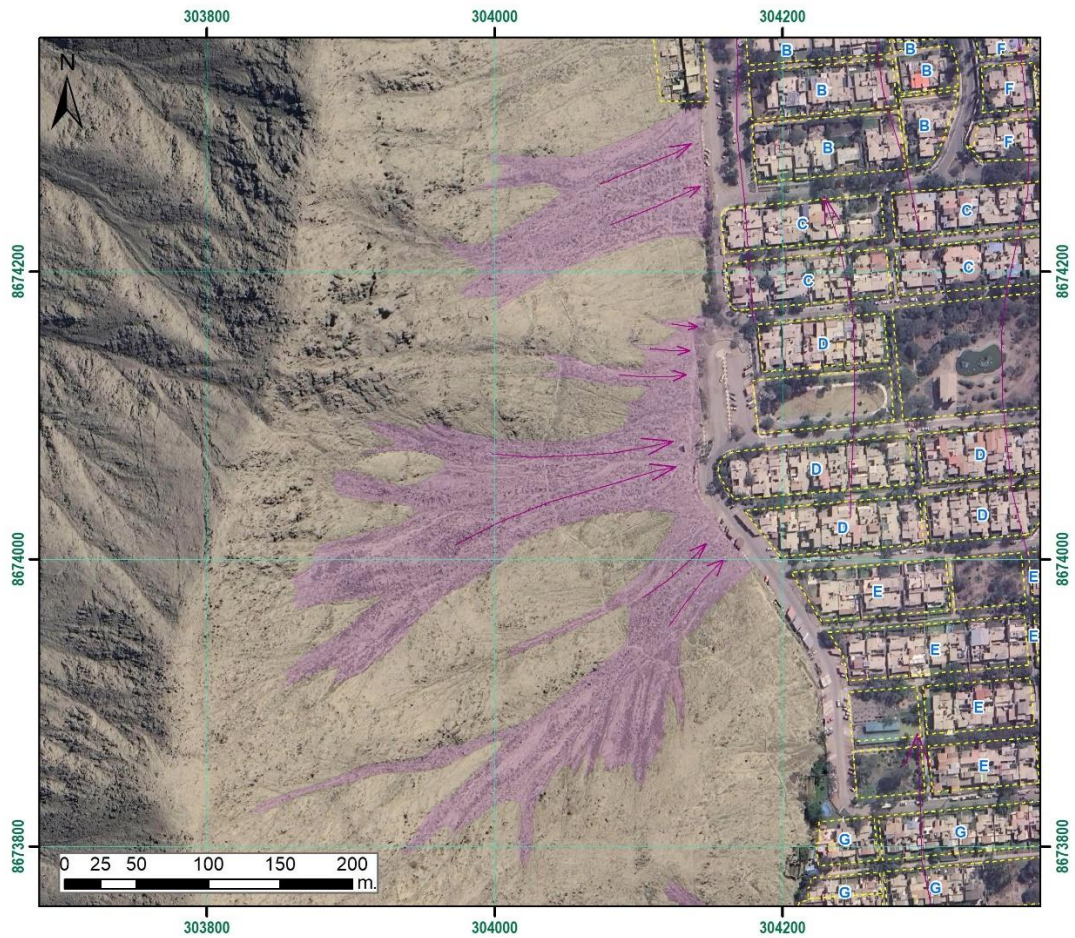


Figura 11. Depósitos de flujos de detritos antiguos ubicado al oeste de las Manzanas D y B de la urbanización El Cuadro.



Fotografía 12. Vista panorámica de los depósitos de flujos de detritos ubicado al oeste de las Manzanas D y B de la urbanización El Cuadro.
Coordenadas UTM: 304122.00 / 8674085.00, Zona 18.

5.1.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

Substrato rocoso compuesto por rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita altamente meteorizadas en superficie con estructura interna muy fracturada, generando depósitos coluviales adosados a las laderas que circunscriben la quebrada, compuestos por bloques angulosos y heterométricos, susceptible a procesos de erosión y transporte ante precipitaciones pluviales intensas.

Depósitos proluviales y coluviales conformado por material detrítico no consolidado fácilmente erosionable con diámetros de hasta 1 m, que se disponen a lo largo de toda la quebrada.

Factor geomorfológico

Ladera de montaña modelada en roca intrusiva afectada por procesos geodinámicos superficiales visibles como caída de rocas y flujos de detritos.

Pendiente del terreno de las laderas de la montaña que varía principalmente entre 25° y 45°, caracterizada como muy fuerte a escarpada (mapa 2).

Factor antropogénico

Cortes de talud realizados para construcción de accesos en depósitos coluviales y proluviales.

5.1.2. Factores desencadenantes del deslizamiento

El factor desencadenante principal para la ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada donde se encuentra asentada la urbanización El Cuadro corresponden a precipitaciones pluviales de carácter extraordinario, relacionadas principalmente al fenómeno de “El Niño” u otro similar como lo ocurrido durante el “Ciclón Yacu” donde la precipitación máxima diaria llegó al umbral de 18.2 mm.

6. CONCLUSIONES

1. Las viviendas de la urbanización de El Cuadro se encuentran construidas sobre depósitos proluviales con pendiente del terreno menores a 15°. Además, está rodeada de montañas con pendiente entre 25° a 45° y conformadas por rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita altamente meteorizadas en superficie y estructura muy fracturada.
2. El área evaluada presenta rasgos de flujos de detritos en 07 sectores; además, la población de la urbanización El Cuadro se encuentra asentada sobre depósitos de flujos de detritos antiguos.
3. Los depósitos de flujos de detritos ubicados al este de la manzana O, sureste de la manzana I, suroeste de la manzana I y en el este de la manzana D son susceptibles a activarse con lluvias extraordinarias como las que ocurren en el fenómeno El Niño o lluvias excepcionales como las que ocurrió durante el Ciclón Yacu en las quebradas Cusipata y Huascarán.
4. La activación de flujos de detritos mencionados en el párrafo anterior, podría afectar todas las manzanas de la urbanización El Cuadro hasta la carreta central pero el lugar de inicio está condicionado a las precipitaciones pluviales. Las viviendas más afectadas podrían ser las ubicadas en las manzanas I, O, D y C.
5. Los factores que condicionan la ocurrencia de flujos de detritos corresponden a: Substrato rocoso conformado por rocas intrusivas altamente meteorizadas y muy fracturada; presencia de depósitos proluviales y coluviales fácilmente erosionable; ladera de montaña modelada en roca intrusiva con material decaída de rocas y flujos de detritos; laderas de montañas con pendiente entre 25° y 45°; cortes de talud realizados para construcción de accesos en depósitos coluviales y proluviales.
6. El factor desencadenante para la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada donde se asienta la urbanización El Cuadro sería precipitaciones de carácter extraordinario, relacionadas principalmente al fenómeno de “El Niño” u otro similar como lo ocurrido durante el “Ciclón Yacu”.
7. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y dinámicas, la urbanización El cuadro y sus quebradas afluentes, se encuentran en una **Zona Crítica y de Peligro Alto** a la ocurrencia de flujos de detritos, los cuales pueden ser desencadenados por lluvias excepcionales y/o prolongadas (Fenómeno El Niño o similar).

7. RECOMENDACIONES

1. Prohibir la expansión urbana en los lugares donde se generan flujos de detritos y en las laderas de la montaña.
2. Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos (huaicos) como barreras dinámicas o la construcción de diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo. Estas medidas deben ser diseñadas por especialista en el tema, teniendo en cuenta cálculos hidrológicos y geotécnicos, que determinen, las características ingenieriles de cada medida estructural.
3. En la urbanización El cuadro, construir o aperturar canales para captar las aguas de las precipitaciones pluviales y el pase de flujo de detritos hasta el río Rímac respetando los cauces antiguos de las quebradas.
4. Implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) y elaborar un plan de contingencia ante flujos de detritos y socializar con los pobladores de la urbanización El Cuadro.
5. Tomando como base el presente informe, realizar el estudio de evaluación de riesgo por flujo de detritos (EVAR), a fin de evaluar los elementos vulnerables y zonificar el riesgo.



LUCIO MEDINA ALLCCA
Ingeniero Geólogo
CIP N° 101456

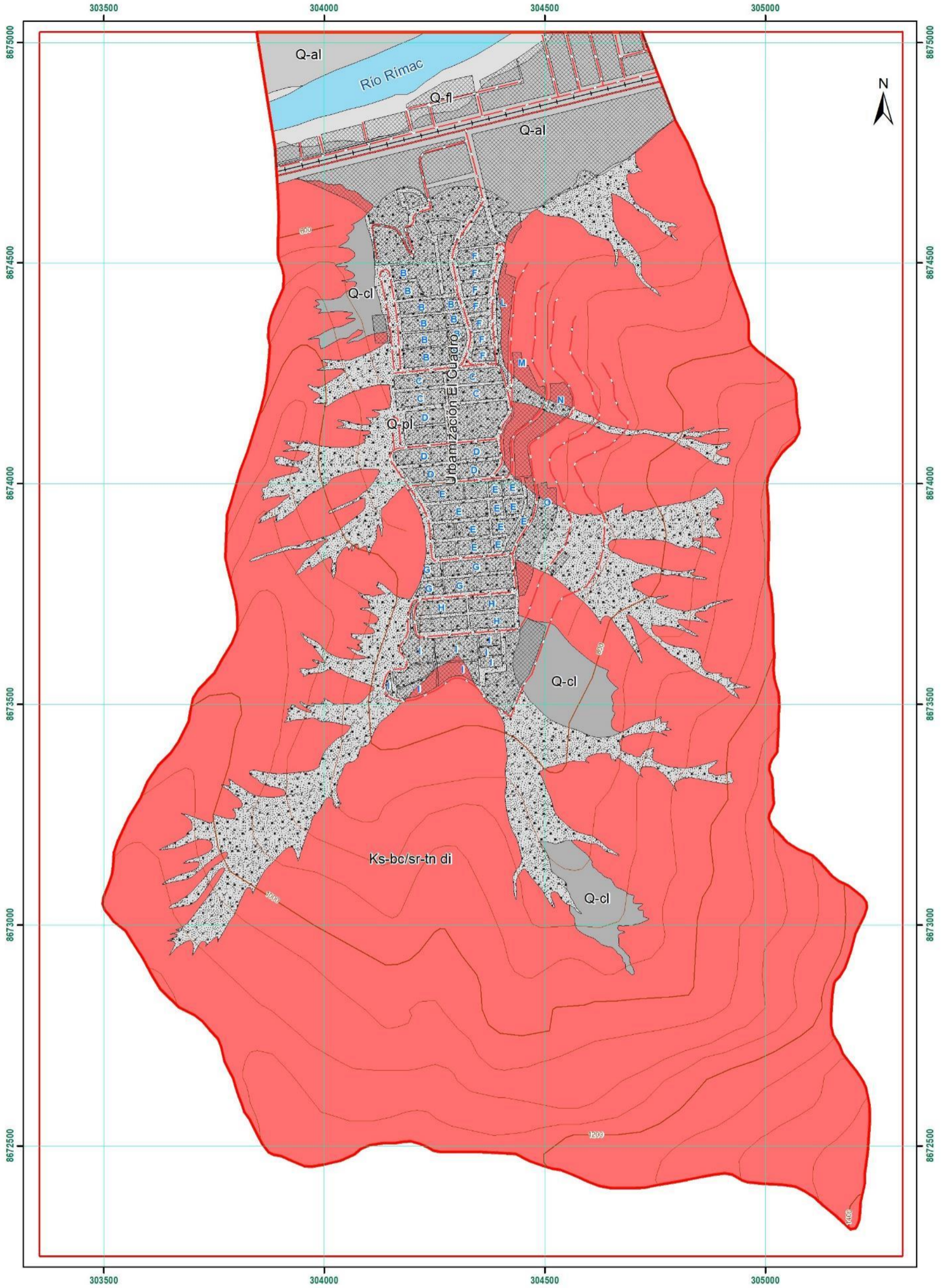


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

1. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D. M. & Varnes, D. J. (1996) - Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.
- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) - Censos Nacionales: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta 17 diciembre 2018). Disponible en Web: <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Lima. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 76, 298 p., 9 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2571>
- Mamani, Y., Fabián, C., & Jacay, J. (2021). Geología del cuadrángulo de Chosica (hojas 24j1, 24j2, 24j3, 24j4). INGEMMET. Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 38, 80. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3213>
- Palacios, O.; Caldas, J. & Vela, Ch. (1992) - Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Hojas 25-i, 25-j. 24-i, 24-j INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 43, 163 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/163>
- 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>.
- Tavera, H. (2012). Zonificación sísmica-geotécnica del área urbana de Chosica (comportamiento dinámico del suelo). Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12816/1196>
- Varnes, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides: analysis and control. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.
- Villacorta, S.; Núñez, S.; Vásquez, J.; Pari, W.; Ochoa, M., et al. (2015) - Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 59, 156 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/309>
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Wilson, J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz (Hoja 16-h). Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín, 9, 91 p., 1 mapa. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/169>

ANEXO 1: MAPAS



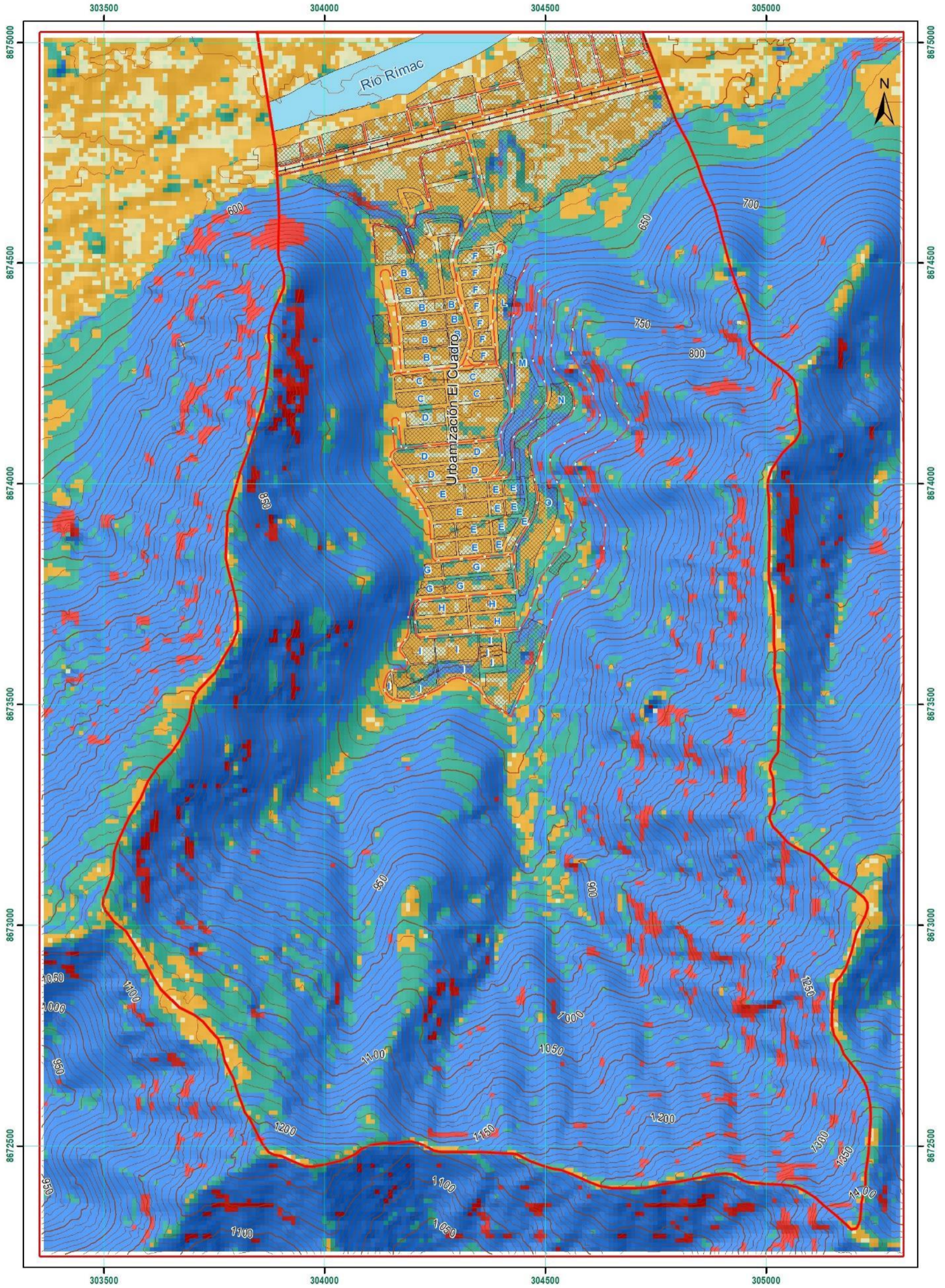
Leyenda

| | |
|--|---------------------------------------------------------------|
| | Cauce de río |
| | Q-fl. Depósito fluvial |
| | Q-al. Depósito aluvial |
| | Q-pl. Depósito proluvial |
| | Q-cl. Depósito coluvial |
| | Ks-bc/sr-trn di. Super Unidad Santa Rosa - tonalita y diorita |

Simbología

| | |
|--|---------------------|
| | Dirección de flujo |
| | Accesos principales |
| | Vía férrea |
| | Red vial nacional |
| | Área de evaluación |
| | Área poblada |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional | | |
| GEOLOGICO URBANIZACIÓN EL CUADRO | | |
| VERSIÓN DIGITAL Año 2023 | Escala: 1/7,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur | MAPA: 01 |



Leyenda

| Rango de pendiente | Color | Superficie topográfica |
|--------------------|-------------|---------------------------------------|
| 0° - 1° | Light Green | Terreno llano |
| 1° - 5° | Yellow | Terreno inclinado con pendiente suave |
| 5° - 15° | Orange | Pendiente moderada |
| 15° - 25° | Dark Green | Pendiente fuerte |
| 25° - 45° | Blue | Pendiente muy fuerte a escarpado |
| > 45° | Red | Terreno muy escarpado |

Simbología

| | |
|--|---------------------|
| | Dirección de flujo |
| | Accesos principales |
| | Vía férrea |
| | Red vial nacional |
| | Área de evaluación |
| | Área poblada |

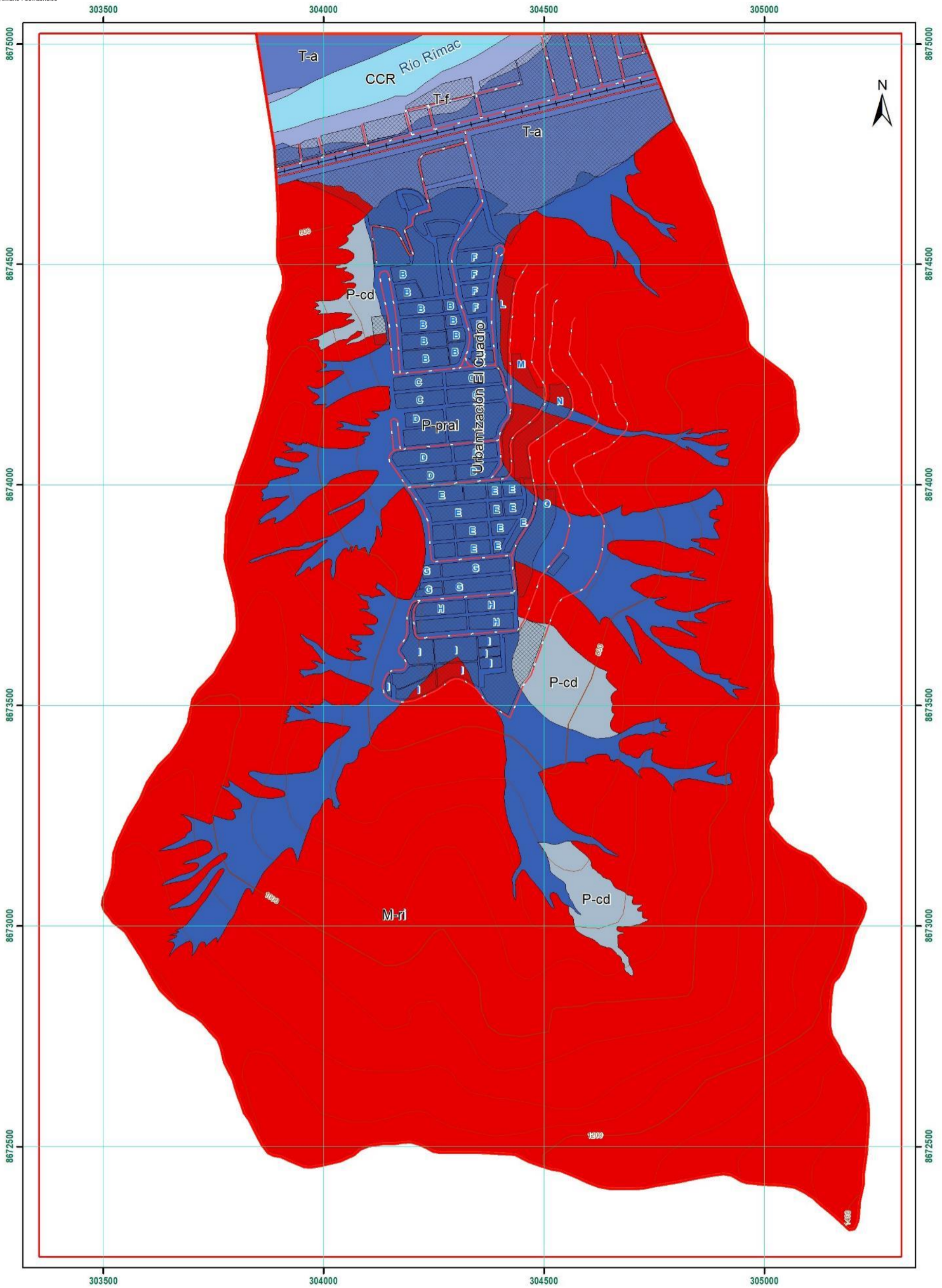
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**PENDIENTE DEL TERRENO
URBANIZACIÓN EL CUADRO**

VERSIÓN DIGITAL
Año 2023

Escala: 1/7,500
0 75 150 300 m.
Datum: WGS 84. Proyección: UTM Zona 18 Sur

**MAPA:
02**



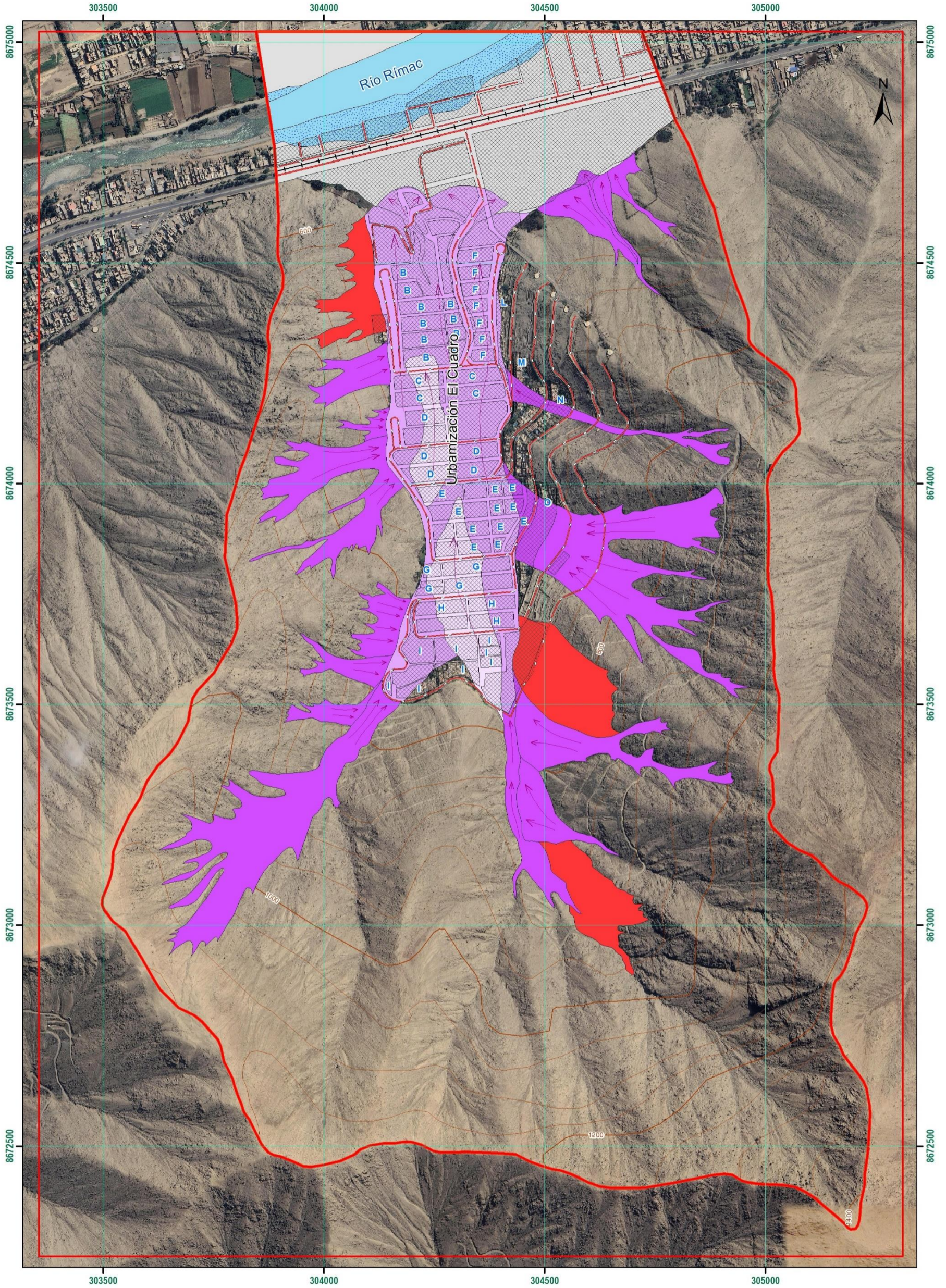
Leyenda

| | |
|--|-------------------------------------------------|
| | M-ri. Montaña en roca intrusiva |
| | P-cd. Piedemonte coluviodeluvial |
| | P-pral. Piedemonte proluvial o aluviotorrencial |
| | T-a. Terraza aluvial |
| | T-f. Terraza fluvial |
| | CCR. Cauce del río |

Simbología

| | |
|--|---------------------|
| | Dirección de flujo |
| | Accesos principales |
| | Vía férrea |
| | Red vial nacional |
| | Área de evaluación |
| | Área poblada |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional | | |
| GEOMORFOLÓGICO URBANIZACIÓN EL CUADRO | | |
| VERSIÓN DIGITAL Año 2023 | Escala: 1/7,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur | MAPA: 03 |



Leyenda

| | |
|--|---------------------------------------|
| | Caída de rocas. Inactivo-latente |
| | Flujo de detritos. Activo |
| | Flujo de detritos. Inactivo-latente |
| | Flujo de detritos. Inactivo-relictivo |
| | Cauce de río 1940 |
| | Cauce de río actual |
| | Terraza aluvial |

Simbología

| | |
|--|---------------------|
| | Dirección de flujo |
| | Accesos principales |
| | Vía férrea |
| | Red vial nacional |
| | Área de evaluación |
| | Área poblada |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional | | |
| PELIGRO GEOLÓGICO POR FLUJO DE DETRITOS URBANIZACIÓN EL CUADRO | | |
| VERSIÓN DIGITAL Año 2023 | Escala: 1/7,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur | MAPA: 04 |

