

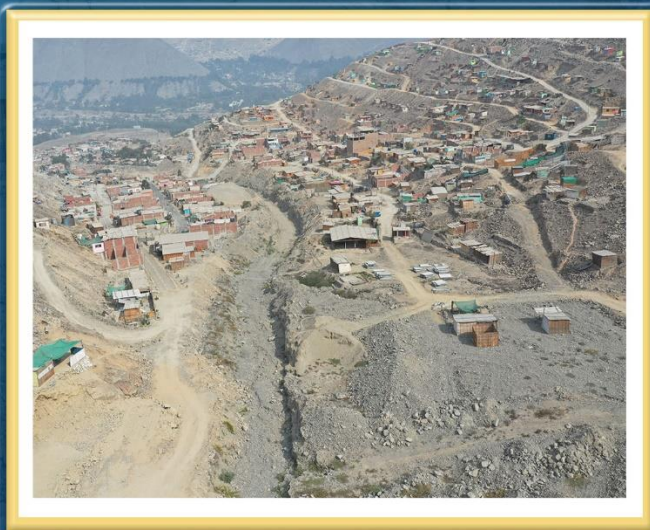
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7437

Informe preliminar

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS LOCALES DE YANACOTO I Y II

Departamento Lima
Provincia Lima
Distrito Lurigancho



OCTUBRE
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS LOCALES DE YANACOTO I Y II

Distrito Lurigancho, provincia Lima, departamento Lima

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

Equipo de investigación:

*Guisela Choquenaira Gárate
Ángel Gonzalo Luna Guillén*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de peligros geológicos en los locales de Yanacoto I y II, distrito Lurigancho, provincia Lima, departamento Lima*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7437, 23 p.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ASPECTOS GENERALES	2
3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....	4
4. CONTEXTO GEOLÓGICO	5
5. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO.....	7
6. PELIGROS GEOLÓGICOS	9
7. CONCLUSIONES.....	16
8. RECOMENDACIONES.....	17
9. BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXO 1: MAPAS.....	19

INFORME PRELIMINAR

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que 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) y geohidrológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Oficina General de Administración – Ministerio de Energía y Minas – Lima, según Oficio N° 0376-2023/MINEN-SG-OGA, es en el marco de nuestras competencias, se realizó una evaluación geológica y de peligros geológicos en los locales Yanacoto I y II, perteneciente a la jurisdicción del distrito de Lurigancho.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Guisela Choquenaira Gárate y Gonzalo Luna Guillen realizar dicha evaluación de peligros geológicos, llevada a cabo el día 29 de setiembre del 2023. Para efectuar los trabajos de campo se realizaron coordinaciones con representantes del MINEM.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet y los datos obtenidos durante los trabajos de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron con el fin de observar mejor el alcance del evento), cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración del la Oficina General de Administración – Ministerio de Energía y Minas y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación

La zona de evaluada se ubica en la margen derecha del río Rímac y margen izquierda de la quebrada Yanacoto, en el kilómetro 30 de la carretera Central (figura 1). Políticamente, pertenece al distrito Lurigancho - Chosica, provincia Lima, departamento de Lima.

Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) del área se muestran en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Coordenadas del área de evaluación.

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	309567	8680599	-11.929882°	-76.748653°
2	31109	8677088	-11.961705°	-76.734874°
3	313634	8678368	-11.950278°	-76.711446°
4	310974	8681255	-11.924032°	-76.735699°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Yanacoto I	311962	8678070	-11.952751°	-76.726876°
Yanacoto II	311823	8678304	-11.950755°	-76.728075°

2.2. Accesibilidad:

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre desde la oficina central de Ingemmet (Lima), hasta los locales de Yanacoto, mediante la siguiente ruta (tabla 2):

Tabla 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ingemmet – Yanacoto	Asfaltada	42	1h 5 minutos

2.3. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2023), en Lurigancho-Chosica, el clima es de tipo desértico con muy escasas precipitaciones en invierno. En términos generales, se puede afirmar que las precipitaciones en la zona de Lima, son escasas, sin embargo, en las dos últimas décadas se ha presentado con cierta frecuencia el fenómeno ENSO (El Niño Oscilación Sur).

El clima de Chosica corresponde al desértico templado y húmedo con escasas lluvias todo el año, a excepción de la temporada de enero a marzo, cuando se producen tenues lluvias (garúas). El promedio de precipitación total anual es de 143 mm, pudiendo alcanzar hasta 237 mm, existiendo un 66% de probabilidad de que ocurran precipitaciones entre 93 y 381 mm y un 33% de que sean entre 141 y 333 mm anuales. La temperatura media anual mínima es de 19.8C° (Villacorta, S., 2004).

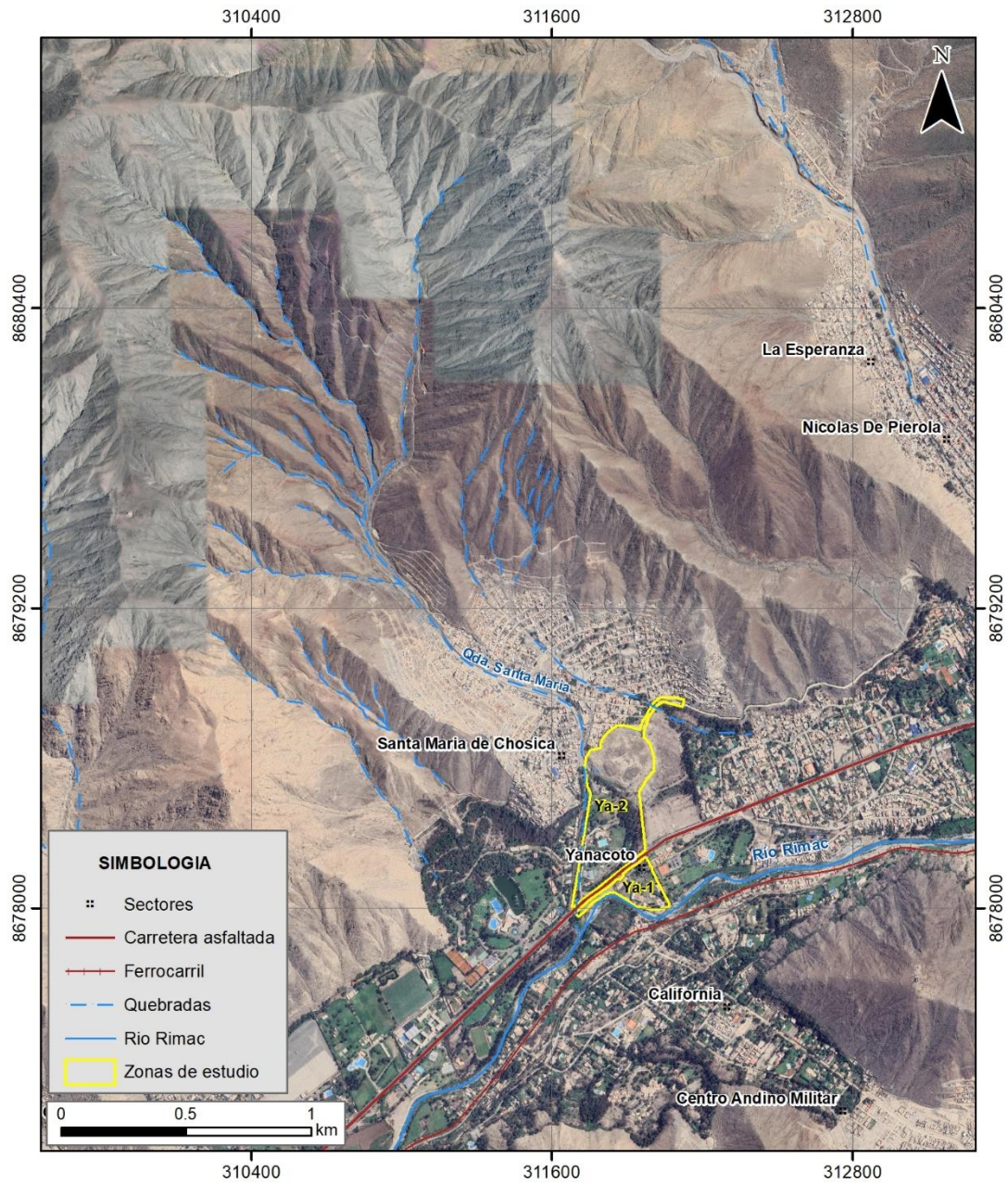


Figura 1. Ubicación de la zona evaluada, Yanacoto I y II.



Fotografía 1. Vista panorámica de Yanacoto I.

3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 59, Serie C, “Peligros geológicos en Lima Metropolitana, y región Callao” (Villacorta et al., 2015). De acuerdo al mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:100 000, se evidencia que el área de evaluación se encuentra en **zonas de susceptibilidad Alta a flujo de detritos** (figura 2).

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 en revisión. Zonas críticas por peligro geológico en la zona centro del Perú (Luque, et al., 2023). Considera al A.H. Rinconada del Bosque de Yanacoto (Lurigancho), como **Zona Crítica**, denominado PI-25/213.

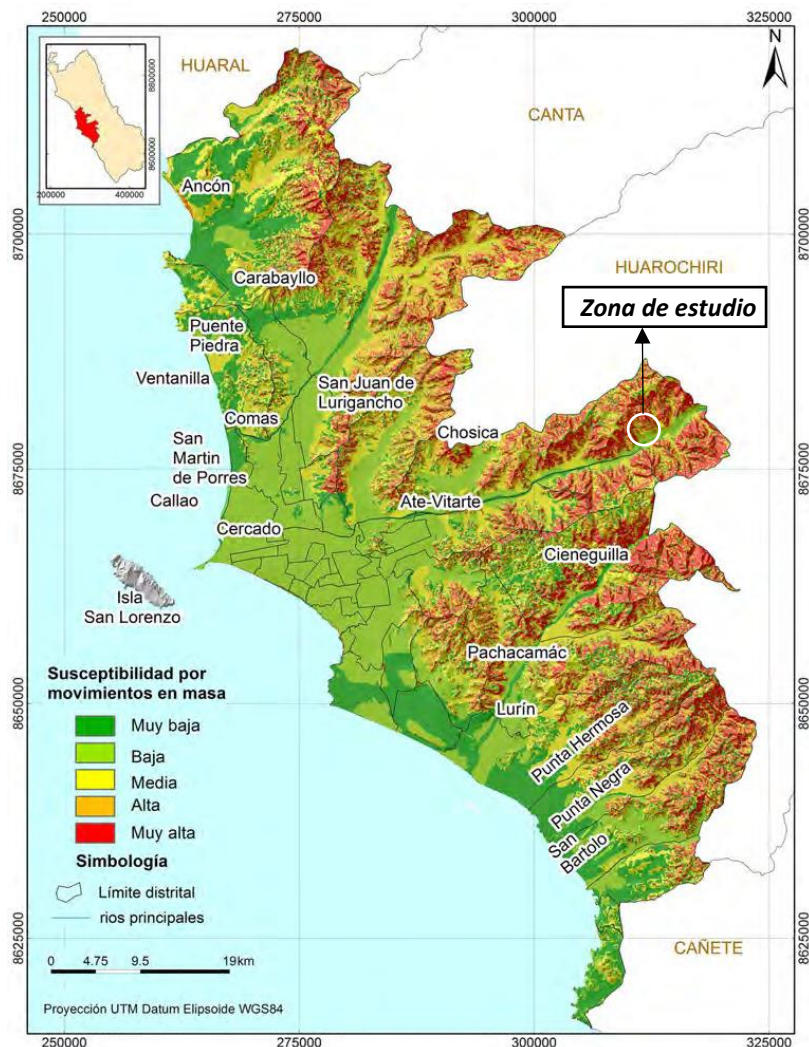


Figura 2. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa en el área de Lima Metropolitana. Fuente: Villacorta et al., 2015.

4. CONTEXTO GEOLÓGICO

Los aspectos geológicos que caracterizan la zona se desarrollaron en base a la información obtenida en campo, apoyada en la carta Geológica del cuadrángulo de Chosica – hoja 24-j, (Caldas et al., 1998), a escala 1/100 000. Resaltan en la zona rocas intrusivas del Cretácico y depósitos Cuaternarios, estos materiales a través de la cartografía y en base a la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas se completa en el mapa geológico, presentado en el mapa 1: Anexo 1.

Litológicamente, Yanacoto I y II, se encuentran localizados sobre depósitos proluviales, es decir, material transportado por flujos antiguos proveniente de la parte alta. El material que las constituye es heterométrico y mal clasificado (fotografía 2); de formas angulosas a subangulosas, en matriz areno – limosa. Por presentarse medianamente consolidados, son permeables, susceptibles a erosión pluvial (lluvias). Están compuestos, por bloques de hasta 2 m dispuestos en el cauce actual, gravas, arenas, limos y arcillas

En estos depósitos, se puede presentar asentamientos con problemas de capacidad de carga por asentamientos diferenciales debido a la presencia de grandes bloques. Para su excavación es apropiado el uso de medios mecánicos (Villacorta, 2015).

En la margen derecha del río Rímac, se tienen depósitos aluviales, formando grandes terrazas, compuestas por una mezcla heterogénea de cantos y gravas en una matriz areno-limosa (fotografía 3). El comportamiento geotécnico de estos depósitos puede variar y depende mucho de la compactación de estos materiales.

Así también, las laderas que limitan la quebrada Santa María, se encuentran cubierta por depósitos coluviales, los cuales se han originado por meteorización y destrucción mecánica de rocas preexistentes; su transporte y deposición gravitacional (originada por caídas de rocas y derrumbes), han producido acumulaciones en la base de las laderas de los cerros y en el cauce de la quebrada Santa María (fotografía 4), produciendo material de aporte ante un eventual flujo de detritos. Están constituidos por gravas y cantos angulosos pobremente gradados, con bloques de hasta 1 m de diámetro en algunos sectores; en su mayoría con poca matriz o con ausencia de esta (la matriz suele ser arenosa, algo arcillosa), generalmente suelta a medianamente densa.

Gran parte del área está cubierta por afloramientos intrusivos del Batolito de la Costa, específicamente la Super Unidad Patap, conformada principalmente, por rocas del tipo granodiorita, tonalita y diorita. Desde el punto de vista geomecánico, estas rocas son duras y resistentes excepto cuando están fracturadas, alteradas o meteorizadas, lo que produce caídas de rocas o derrumbes (Villacorta, 2015). Estos procesos también se asocian a los cortes de talud producidos en las laderas (antropización para asentamientos de viviendas) en forma inadecuada. Considerando las características físico-mecánicas de estas rocas, por lo general, son de buena calidad; su capacidad portante para cimentar obras de ingeniería es alta; donde es necesario eliminar, para estos fines, la capa superior alterada o cimentar a mayor profundidad (Guzmán et al., 1998).



Fotografía 2. Depósito proluvial, conformado por bloques angulosos a subangulosos de hasta 1 m, dispuestos en el cauce de la quebrada Santa María; su origen se asocia a huaicos o flujos de detritos.



Fotografía 3. Depósito aluvial, dispuesto en la margen derecha del río Rímac, se observa erosión al pie del mismo. Los fragmentos son redondeados a subredondeados por tener un mayor arrastre y transporte desde su fuente de origen.



Fotografía 4. Depósitos coluviales dispuestos en las laderas que limitan la quebrada Santa María. Sirven como material de aporte al cauce, ante un eventual flujo de detritos.

5. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

5.1. 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 condicionantes y dinámicos en la generación de movimientos en masa.

Se consideraron seis rangos de pendientes que van 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.

En el anexo 1: Mapa 2, se presenta en mapa de pendientes elaborado con el modelo de elevación digital de 12.5 m (Alos Palsar), que abarca desde el cerro Santa María, hasta el Río Rímac, donde se observa que gran parte de las laderas que delimitan la quebrada Santa María, presentan pendientes altas (15°-25°) a muy alta (25°-45°), con un cambio a pendiente media (5°-15°) en el piedemonte proluvial, donde actualmente se encuentran localizados los locales de Yanacoto I y II.

5.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se utilizó el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve. Asimismo, para la delimitación de las subunidades, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (afloramiento y substrato rocoso, así como depósitos superficiales). En el Mapa 3 (Anexo 1) se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio.

La quebrada Santa María está emplazada, sobre un piedemonte aluvio torrencial, en la margen derecha del río Rímac, a 4 km aguas debajo de la quebrada Quirio. Se origina a la altura de 1855 m, y tiene un recorrido aproximado de 2.3 km, desde donde confluyen las quebradas secundarias, hasta la desembocadura en el río Rímac; ocupa un área aproximada de 30 ha, y presenta una pendiente 15°. En su cauce se halla gran cantidad de material suelto, producto de la actividad erosiva de las aguas de precipitación pluvial y escorrentías sobre el intrusivo, fracturado y meteorizado (figura 3).

Las estribaciones andinas, corresponden a las laderas y crestas marginales de plutones y stock del Batolito de la Costa, de emplazamiento NO.SE, el mismo que es disectado por el río Rímac y sus quebradas tributarias. Los cerros modelados en rocas intrusivas se caracterizan por su topografía abrupta, con pendientes entre 20° y 80°. Estos afloramientos presentan en su mayoría moderado a alto grado de meteorización (Villacorta, 2015).

Gran parte de estas laderas están siendo urbanizadas, ocupando incluso, cauces de pequeñas erosiones (erosión en cárcavas) que se han producido en las laderas empinadas (fotografía 5).



Figura 3. Vista de las principales unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio. RM-ri: Montañas modeladas en rocas intrusivas. P-at: Piedemonte aluvio torrencial; V-co: Vertiente coluvial.



Fotografía 5. Vista al noroeste de los locales de Yanacoto I y II, laderas de pendientes altas, urbanizadas; con muchas probabilidades de producirse caída de rocas, derrumbes, y erosión por escorrentía pluvial.

6. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área de estudio se han identificado movimientos en masa tipo derrumbes, caída de rocas y flujo de detritos (huaicos) y antiguos y recientes, así como peligros geohidrológicos tipo erosión fluvial e inundación (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos peligros son resultado del proceso de modelamiento del terreno, coadyuvado por las condiciones del macizo rocoso (macizo rocoso meteorizado y fracturado) y depósitos de eventos antiguos. Así también, el factor antrópico contribuye en la ocurrencia de estos procesos (Anexo 1: Mapa 4).

Según información de la Base de datos GEOEXDAT-PERU (INGEMMET, 1997) archivo de datos estadísticos de las emergencias producidas en el Perú (Indeci 1995, 1996, 1998, 1999) los reportes periodísticos, los fenómenos de geodinámica externa que más daño provocan son los huaicos, erosiones fluviales, inundaciones y caída de rocas (Villacorta, 2015).

6.1. Peligros por Movimientos en masa

Los huaicos en la zona de estudio son de carácter excepcional, pero en tiempo de lluvias extraordinarias se reactivan y son muy destructoras. La quebrada Santa María, nace a partir de la confluencia de cinco quebradas secundarias, formando en ese punto, un ancho de cauce aproximado de 45 m. (figura 4A). Las quebradas se caracterizan por presentar abundante material (cauce colmatado de material detrítico) suelto acumulado, que ante una eventual lluvia de moderada intensidad puede producir un flujo de detritos. Así también, en sus márgenes se observa depósitos de flujos antiguos, lo que evidencia un ancho del cauce antiguo de hasta 65 m.

Hacia la parte media, el cauce de la quebrada se estrechó formando un ancho aproximado de 12 m, debido a la antropización (construcción de viviendas y vías de acceso), generando un mayor peligro para las viviendas asentadas en medio del cauce antiguo (figura 4B). En esta zona se ha realizado trabajos de descolmatación del cauce, colocando todo el material en ambas márgenes de la quebrada (arrimado de rocas), lo que serviría como material de aporte ante la ocurrencia de un flujo de detritos (fotografía 6) en presencia de lluvias excepcionales.

En la parte baja, justo donde inicia el área de Yanacoto II, el cauce de la quebrada se encuentra canalizado (figura 4C), formando un ancho aproximado de 3 a 4 m. Sin embargo, se observó que flujos antiguos han transportado y almacenado material en el cauce, observándose en la margen derecha alturas de hasta 3 m, que posteriormente han sido erosionados, dejando expuesto el muro que delimita Yanacoto II (fotografía 7).

Es importante mencionar que, a la altura de este tramo se tiene una protuberancia de depósito (Denominado Geoglifos), compuesto por bloques, angulosos, gravas, arenas y limos; medianamente compacta, que sirve como barrera ante la ocurrencia de un flujo de detritos y posible afectación al terreno de Yanacoto II (figura 5).

Los factores que condicionan la susceptibilidad a la ocurrencia de flujos de detritos corresponden principalmente a: macizo muy fracturado y con alto grado de meteorización, presencia de material de movimientos en masa antiguos, corte de ladera

y construcción de pircas precarias para nivelar el terreno, morfología escalonada generada por la actividad antrópica para la construcción de viviendas y accesos. El factor detonante para la ocurrencia de flujos sería las precipitaciones pluviales abundantes (de corta duración) o prolongadas (persistentes), ambas de carácter excepcional.

Se conoce que los años 2015 y 2017 la quebrada se activó, transportando material hasta la parte baja, el cual afectó parte del terreno de Yanacoto II. Las ocurrencias de flujos podrían comprometer la seguridad física de las viviendas y las vías de acceso en la zona. Así mismo, las lluvias registradas en los años referidos, originaron inundación pluvial en Yanacoto I, discurriendo principalmente por el pasaje S/N, que limita el lado este del terreno (figura 6).

Por otro lado, hacia el noroeste de los terrenos de Yanacoto, se presentan laderas con depósitos de flujo y torrenteras secas, donde se han asentados viviendas, procesos de expansión que siguen en la actualidad. Según: Luque (2023), estas zonas no son aptas para la construcción de viviendas y se debe restringir su ocupación. Además, se debe considerar: i) reubicar las viviendas construidas en cauces de quebradas y torrenteras secas ubicadas en el pie de la montaña; ii) No permitir la expansión urbana en las laderas y en los cauces de las quebradas y torrenteras; iii) Apertura de canales en las torrenteras hasta el cauce principal para el pase de flujos (canalizar las quebradas).

6.2. Peligros geohidrológicos

La erosión fluvial se presenta a lo largo del recorrido del río Rímac a causa de las crecientes de este, en épocas de lluvias con aumento considerable de su caudal (figura 4D). A la altura de Yanacoto I, el río Rímac genera erosión, principalmente en la margen izquierda (fotografía 8), y un recodo de la margen derecha (fotografía 9), específicamente, donde finaliza el muro de concreto empleado a lo largo 270 m para proteger el local en mención.

Es importante mencionar que, cierto tramo del muro de concreto construido (312073, 8678009), se encuentra en malas condiciones (fotografía 10). En la mayoría de casos, la erosión afecta a las riberas formadas por rellenos artificiales que sirven como plataforma de tramos de la carretera central.

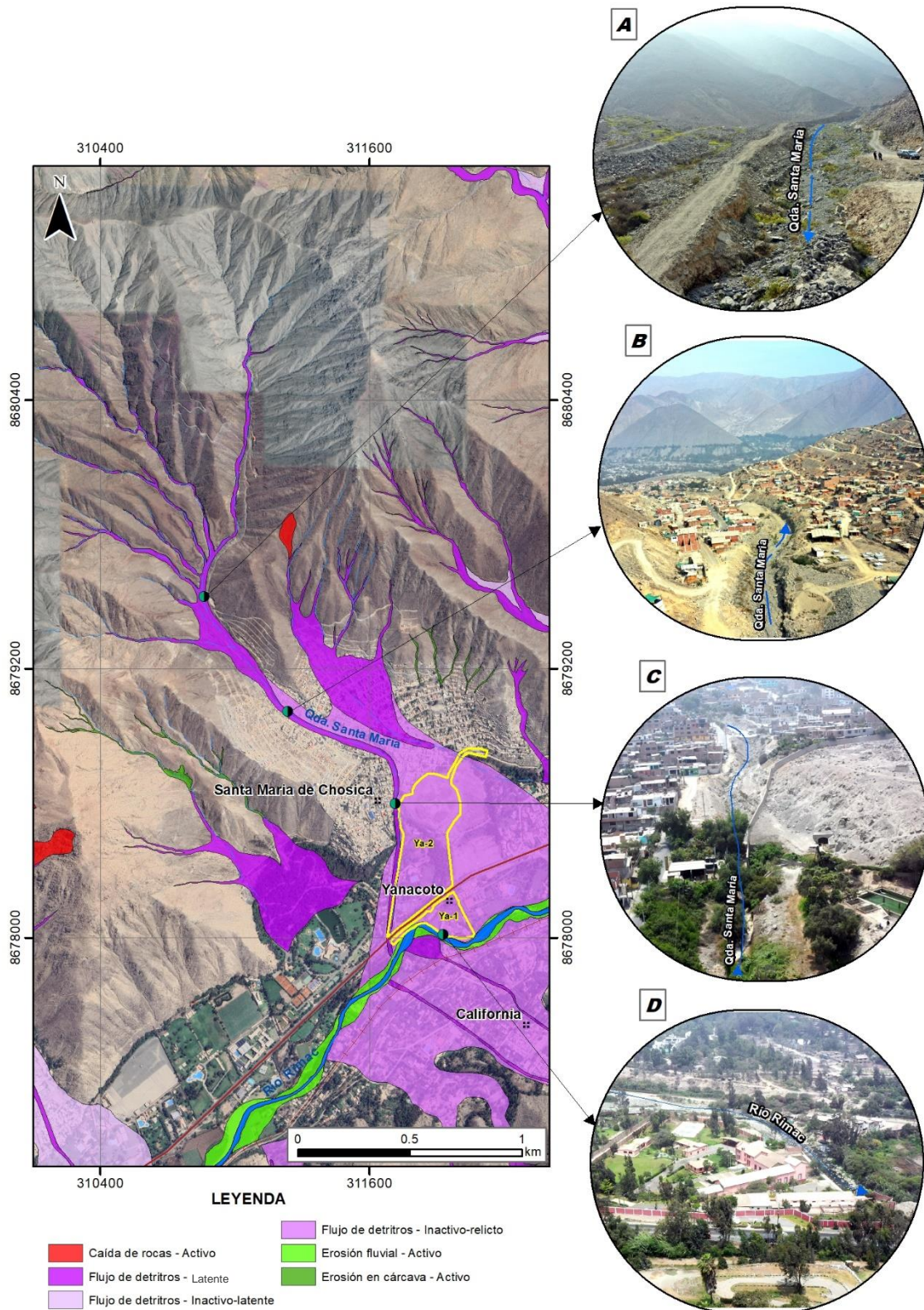


Figura 4. Geodinámica externa por flujo de detritos en la quebrada Santa María-Yanacoto.



Fotografía 6. Parte media de la quebrada Santa María, en ambas márgenes se observa material disponible, fácilmente erosionable ante la ocurrencia de un flujo de detritos.



Fotografía 7. Vista de material transportado por flujos antiguos, alcanza una altura aproximada de 3 m, que posteriormente fue erosionado, dejando expuesto el muro que delimita Yanacoto II.



Figura 5. Protuberancia de depósito consolidado, dispuesto a la margen izquierda de la quebrada Santa María, sirve como barrera ante una posible afectación por flujo de detritos al terreno de Yanacoto II.



Figura 6. Vista del Pasaje S/N, por el cual discurrió un flujo a partir de las lluvias registradas en la zona de estudio, así mimos, se observa que el muro que delimita Yanacoto, tiene aproximada 50 cm de altura, por donde fácilmente puede ingresar flujos posteriores.



Fotografía 8. Vista de la margen izquierda del río Rímac, afectado por erosión fluvial. Requiere urgente una defensa ribereña en un tramo aproximado de 170 m.



Fotografía 9. Vista de la margen derecha del río Rímac, se observa muro de concreto para proteger el terreno de Yanacoto I. Donde finaliza la defensa ribereña, la dinámica del río Rímac está generando erosión fluvial al pie del depósito, que podría desestabilizar el talud y generar derrumbes.



Fotografía 10. Vista del muro de concreto, que protege la margen derecha del río Rímac, en malas condiciones.

7. CONCLUSIONES

- 1) En el contexto geológico, los locales de Yanacoto I y II, se encuentran sobre depósitos de flujos antiguos acarreado por la quebrada Santa María, constituido por material heterométrico (bloques, gravas, arenas, limos y arcillas), mal clasificado, permeables, medianamente a poco consolidados, susceptibles a erosión pluvial (lluvias) y fácilmente removible y erosionable antes flujo de detritos.
- 2) Geomorfológicamente, se encuentran sobre un piedemonte aluvio torrencial, con pendientes medias (5°-15°), circundadas por montañas modeladas en rocas intrusivas, de configuración abrupta, cuyas laderas presentan pendientes fuertes (25°-45), lo que facilita la ocurrencia de movimientos en masa.
- 3) Desde el punto de vista geodinámica externa, parte de Yanacoto II, se encuentra expuesta ante la ocurrencia de flujo de detritos; Mientras que, Yanacoto I, se encuentra susceptible a inundación y erosión fluvial.
- 4) Por lo indicado líneas arriba, los locales de Yanacoto I y II, son considerados como **Zonas Críticas** y de **peligro Alto**.

8. RECOMENDACIONES

A continuación, se realiza algunas recomendaciones preliminares en base a las observaciones obtenidas en campo:

- 1) Implementar Sistema de Alerta Temprana - SAT, en la parte alta de la quebrada Santa María. Además, considerar monitorear la quebrada en periodos lluviosos.
- 2) Colocar barreras dinámicas y/o diques transversales en la quebrada Santa María, para atenuar y disipar la energía de flujo de detritos.
- 3) Ampliar el cauce de la quebrada Santa María, para el pase de los flujos de detritos ante la activación de la quebrada.
- 4) Remover el material arrimado, producto de la limpieza y descolmatación impulsada por la Municipalidad de Lurigancho en ambas márgenes de la quebrada (zona media); ya que no se encuentra compactado y es muy susceptible hacer removido ante la activación de la quebrada.
- 5) Prohibir la construcción de viviendas en el cauce de quebradas secas, puesto que estas se activan en temporada de lluvias excepcionales.
- 6) Realizar limpieza periódica del cauce del río Rímac (descolmatación). Así mismo, dar mantenimiento al muro de concreto que protege el terreno de Yanacoto I.
- 7) Ampliar la defensa ribereña en dirección suroeste, de la margen derecha del río Rímac (311823, 8678058), para proteger el terreno de Yanacoto I y la vía de la carretera Central.



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11



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

9. BIBLIOGRAFÍA

Cobbing, J., Sánchez A., Martínez, W, Zarate, H. (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca. Ingemmet. Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional.

Evans, S.G. y Hungr, O. (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slopes: Canadian Geotechnical Journal., V.30, p. 620-636.

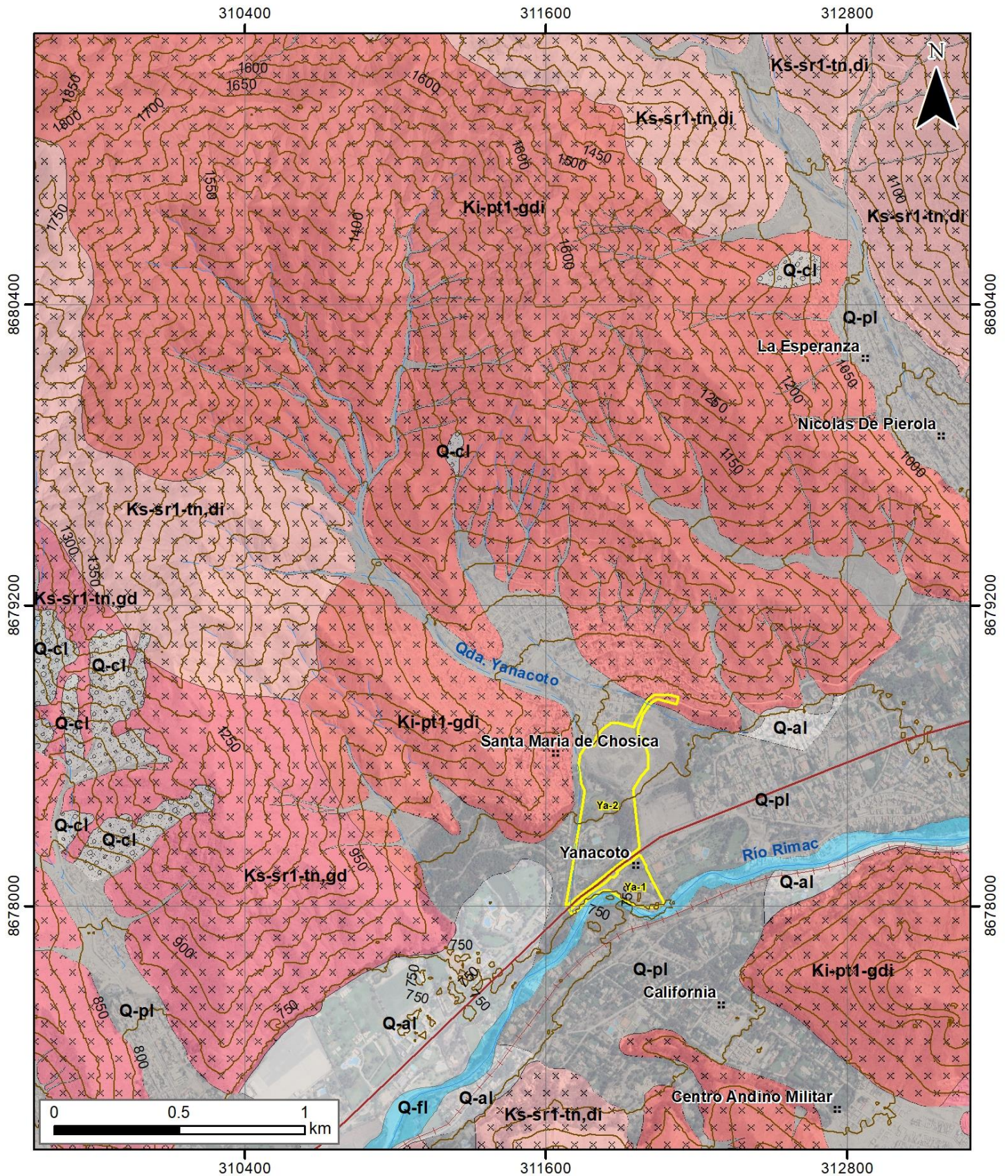
Luque, G; Calderón, J; Ochoa, M; Núñez, S & Sosa, N. (2023) Zonas críticas por peligros geológico en la zona centro del Perú. Lima. INGEMMET. Boletín serie C, 195 p.

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

Villacorta, S.; Núñez, S.; Pari, W.; Luque, G. & Vásquez, Y. (2015). Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 59, 163p.

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.


ANEXO 1: MAPAS



SIMBOLOGIA	
::	Sectores
—	Carretera asfaltada
+++	Ferrocarril
---	Quebradas
—	Río Rimac
□	Zonas de estudio

LEYENDA	
□	Depósito coluvial
□	Depósito fluvial
□	Depósito aluvial
□	Depósito proluvial
□	S. U. Patap - Gabrodiorita
□	S. U. Santa Rosa - Tonalita y diorita
□	S.U. Santa Rosa - Tonalita y granodiorita

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

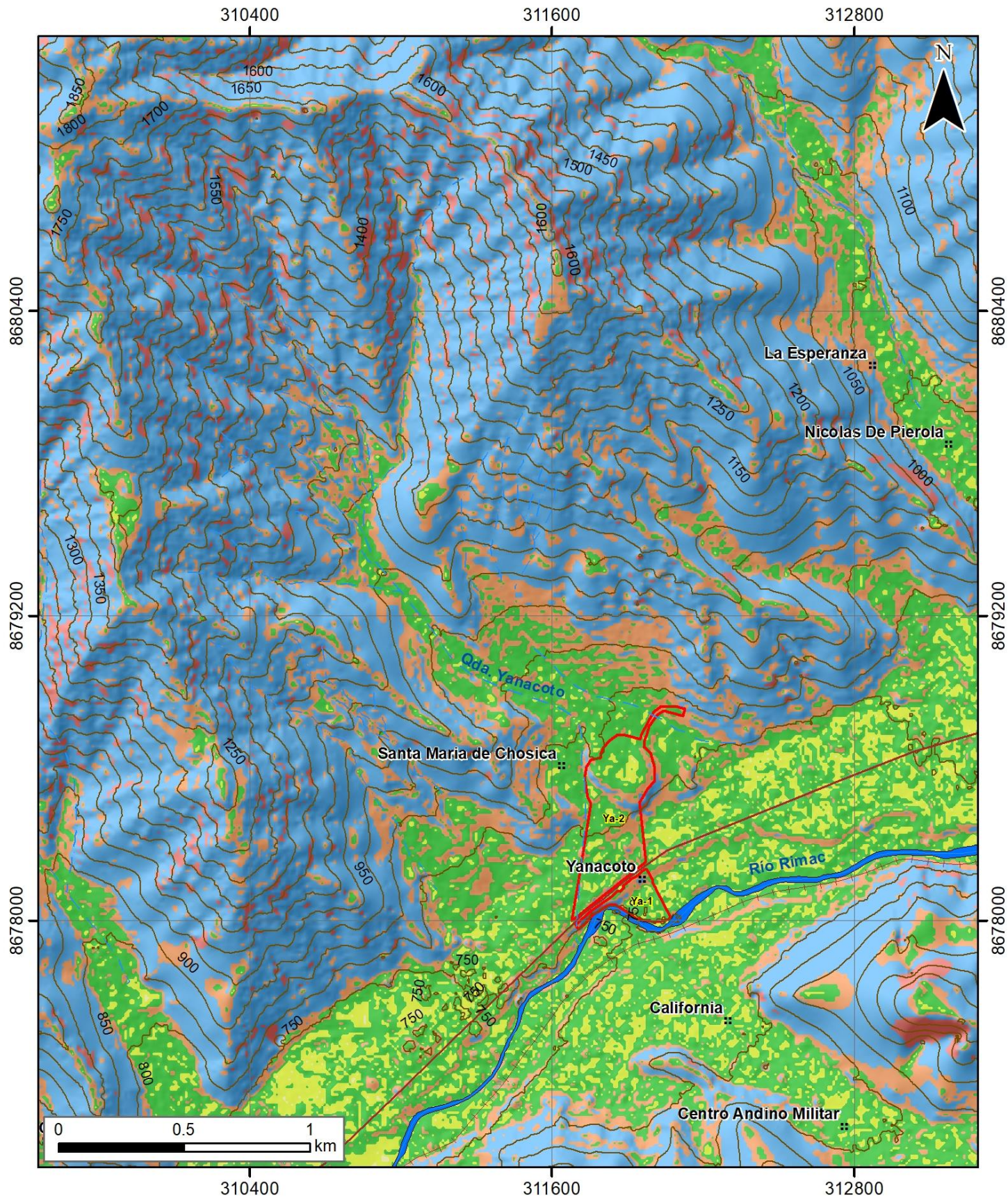


INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA GEOLÓGICO DE YANACOTO	1
-----------------------------------	----------

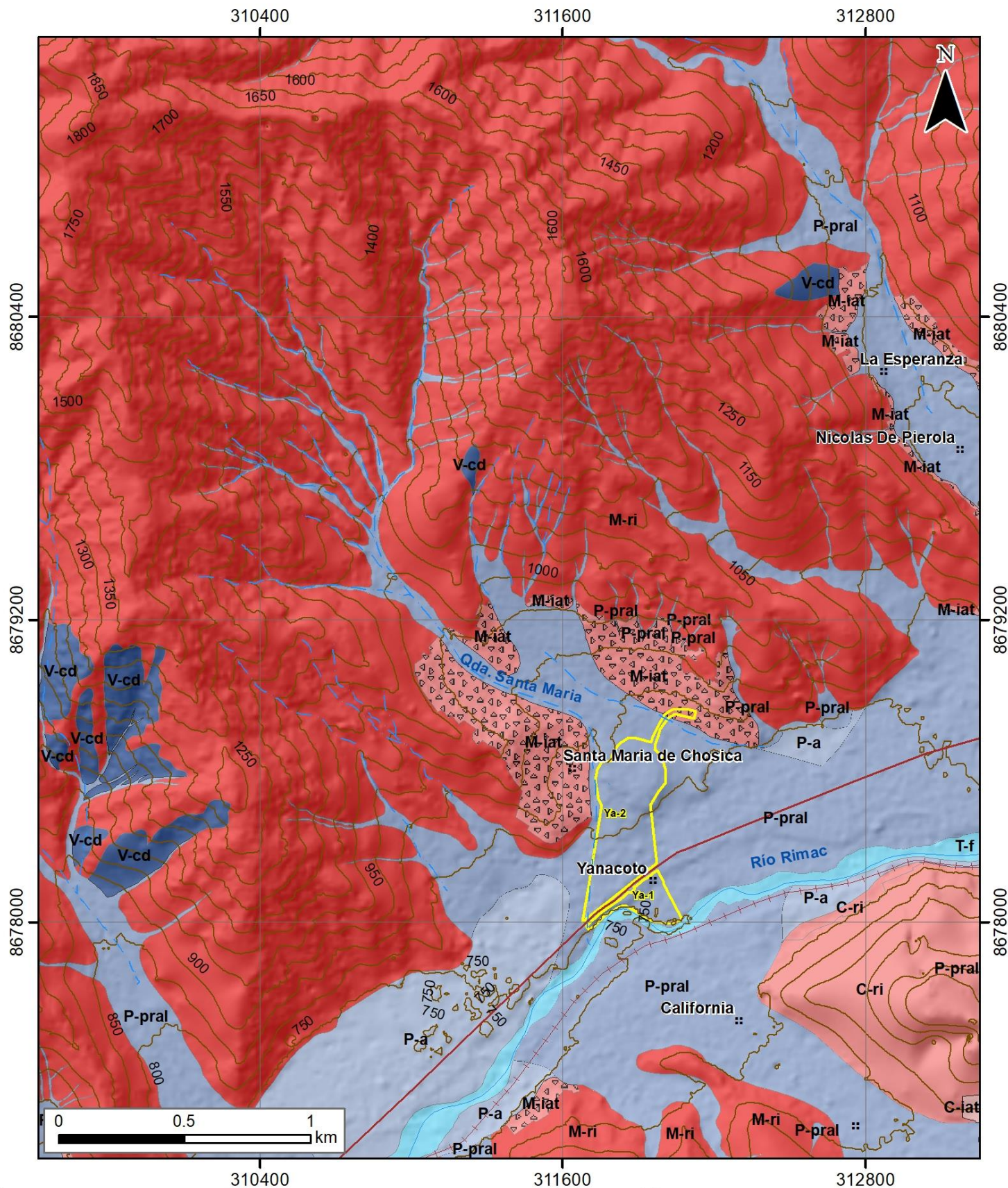
Escala 1:20 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s
Versión digital: año 2023 Impreso: octubre 2023



SIMBOLOGIA	
::	Sectores
—	Carretera asfaltada
+++	Ferrocarril
- - -	Quebradas
—	Rio Rimac
□	Zonas de estudio

LEYENDA	
□	<math><1^\circ</math>: Muy baja
□	$1^\circ-5^\circ$: Baja
□	$5^\circ-15^\circ$: Media
□	$15^\circ-25^\circ$: Alta
□	$25^\circ-45^\circ$: Muy alta
□	>math>45^\circ</math>: Abrupta

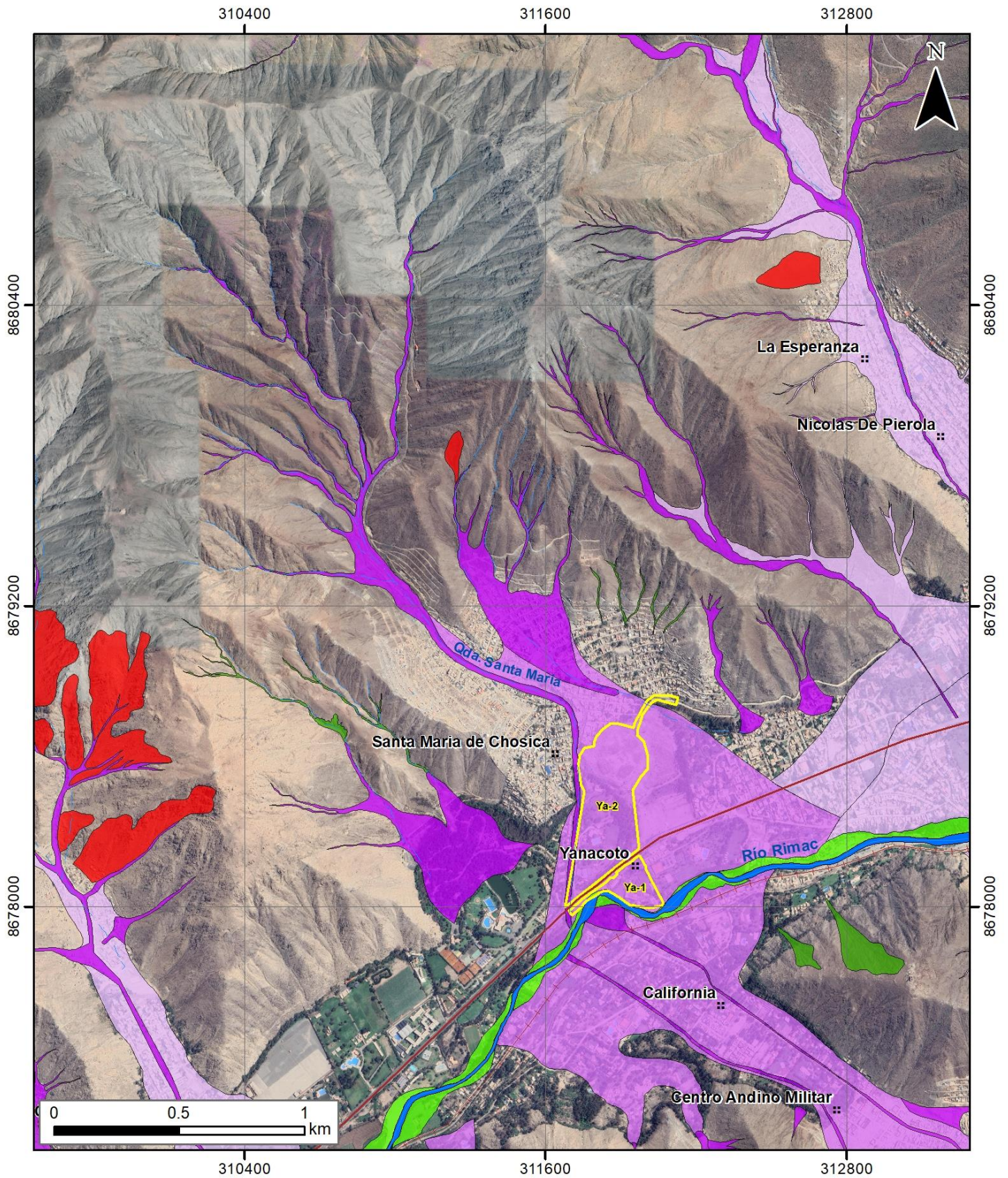
 <p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA DE PENDIENTES DE YANACOTO	2
Escala 1:20 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2023 Impreso: octubre 2023	



SIMBOLOGIA	
::	Sectores
—	Carretera asfaltada
+	Ferrocarril
—	Quebradas
—	Rio Rimac
□	Zonas de estudio


LEYENDA	
□	Terraza fluvial
□	Vertiente coluvideluvial
□	Piedemonte aluvial
□	Piedemonte proluvial o aluviotorrencial
□	Colina intrusiva antropizada
□	Colina en roca intrusiva
□	Montaña intrusiva antropizada
□	Montaña en roca intrusiva

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE YANACOTO	3
Escala 1:20 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2023 Impreso: octubre 2023	



SIMBOLOGIA	
::	Sectores
---	Quebradas
—	Rio Rimac
—	Carretera asfaltada
+++	Ferrocarril
□	Zonas de estudio

LEYENDA	
■	Caída de rocas - Activo
■	Flujo de detritos Latente
■	Flujo de detritos - Inactivo-latente
■	Flujo de detritos - Inactivo-relicto
■	Erosión fluvial - Activo
■	Erosión en cárcava - Activo

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE YANACOTO	4
Escala 1:20 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2023 Impreso: octubre 2023	