

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7056

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR 27 DE JULIO

Región Huánuco
Provincia Leoncio Prado
Distrito Luyando



MAYO
2020

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	4
2.2. ESTUDIOS ANTERIORES.....	5
3. GENERALIDADES.....	7
3.1. UBICACIÓN.....	7
3.2. ACCESIBILIDAD.....	9
3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	9
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	11
4.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	11
5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	16
5.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL.....	16
5.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL.....	18
6. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	22
6.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	22
6.1.1. DESLIZAMIENTOS.....	22
7. DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR 27 DE JULIO.....	24
7.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESLIZAMIENTOS.....	29
7.2. CAUSAS.....	30
7.3. DAÑOS.....	32
8. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LA ZONA EVALUADA.....	37
8.1. DRENAJE SUPERFICIAL.....	37
8.2. DRENAJE SUBTERRÁNEO.....	40
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR 27 DE JULIO (Distrito Luyando, Provincia Leoncio Prado, Región Huánuco)

1. RESUMEN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-Ingemmet, tiene como una de sus funciones brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en temas de geología a nivel nacional. Como parte de dicha función se realizó la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el Sector 27 de Julio.

La inspección geológica realizada en el Sector 27 de Julio permitió identificar movimientos en masa tipo deslizamientos. En el sector en mención se identificaron deslizamientos que originaron debido a las precipitaciones pluviales ocurridas durante el mes de febrero del presente año. Los movimientos en masa afectaron: viviendas, áreas de cultivo y la vía de acceso al sector mencionado.

Entre los factores condicionantes que originaron los peligros geológicos identificados, se tienen: la morfología de las colinas y lomadas, la pendiente del terreno, la composición litológica y calidad del substrato rocoso, así como el tipo de suelo que es de fácil remoción por acción hídrica. Las precipitaciones pluviales extraordinarias fueron el factor desencadenante que originaron dichos eventos. También es importante considerar la exposición por la ocupación urbana no planificada.

Por las condiciones geológicas-geodinámicas y los antecedentes históricos, el Sector 27 de Julio es considerado como Zona Crítica, de peligro muy alto por deslizamientos ante la presencia de lluvias intensas y/o extraordinarias.

Finalmente, se brindan medidas de prevención y/o mitigación, viables técnica y económicamente por la población y sus autoridades, para reducir la vulnerabilidad y por tanto el riesgo a los peligros geológicos. Así como las recomendaciones, entre las principales: reubicar a la población y viviendas que se encuentran sobre el deslizamiento y en los alrededores, evitar la expansión urbana en zonas próximas a los deslizamientos identificados, entre otras. Estas propuestas se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias de los procesos identificados; así como también evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños.

2. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET, dentro de sus distintas funciones brinda asistencia técnica de calidad y accesible en geología; que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudieran desencadenar en desastres. Estos estudios, concebidos principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia), son publicados en boletines e informes técnicos. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional.

El Ing. Elmer Jhon Lino Crespo, alcalde (e) de la Municipalidad Distrital de Luyando, mediante oficio N°0163-2020-MDLM/A solicitó al INGEMMET, la evaluación de peligros geológicos en el Sector 27 de Julio ubicado en el distrito de Luyando, provincia Leoncio Prado, región Huánuco.

Para la evaluación de los peligros geológicos en el Sector 27 de Julio, el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso una brigada especializada para que evalúe las zonas afectadas. La brigada estuvo conformada por los profesionales Segundo Núñez y Julio Lara para realizar la inspección técnica. Los trabajos de campo se realizaron los días 4 y 5 de marzo del presente año.

La evaluación técnica, se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos (fotografías y puntos de control con GPS), cartografía geológica y geodinámica en campo, y finalmente la redacción del informe técnico.

Este informe, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Realizar la identificación y caracterización de los peligros geológicos que afectan al Sector 27 de Julio ubicado en el distrito de Luyando, provincia Leoncio Prado, región Huánuco.
- Determinar las causas de origen de los peligros geológicos por movimientos en masa.
- Recomendar acciones que permitan mitigar los peligros geológicos identificados.

2.2. ESTUDIOS ANTERIORES

Para la elaboración del presente informe se han considerado estudios realizados con anterioridad y que se tomaron como base para la realización del informe:

- **“Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco”** (Zavala & Vílchez, 2006). El trabajo realizado en este boletín muestra un inventario de peligros (840 ocurrencias), con una mayor ocurrencia de deslizamientos (32.2%), seguido de desprendimientos de rocas y derrumbes (19.1%), flujos de detritos (17.8%), erosión de laderas (13.2%), erosión fluvial e inundaciones (11.3%), movimientos complejos (5.2%), reptaciones (1.2 %) y vuelcos. La evaluación de campo en la infraestructura, centros poblados y zonas críticas, validadas además con los mapas de amenaza a los movimientos en masa elaborados, determinó, por sus características de potencialidad del peligro y vulnerabilidad asociada, un total de 60 zonas críticas.

En dicho estudio se realizó el análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa en toda la región de Huánuco. Los factores o variables utilizados para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa fueron los siguientes: pendientes, litología, geomorfología, cobertura vegetal y uso de suelo e hidrogeología. El mapa de susceptibilidad obtenido fue validado con el mapa de inventario de movimientos en masa, en el cual, un gran porcentaje (más del 80%) de las ocurrencias inventariadas se localizan en las áreas zonificadas como de alta y muy alta susceptibilidad.

En la zona de estudio se identificaron áreas que presentan grado de susceptibilidad alto y moderado a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1):

Alta susceptibilidad

Zonas en donde la mayoría de condiciones del terreno son favorables para generar movimientos en masa, cuando se modifican sus taludes. Corresponden a substratos rocosos de limolitas, limoarcillitas, areniscas, capas rojas y conglomerados, pizarras y areniscas, limolitas, limoarcillitas y carbón, rocas intrusivas; relieves de montañas de moderada y fuerte pendiente, montañas y colinas estructurales. Los terrenos presentan pendientes que varían entre 15° y 25° mayormente (algunos casos hasta 45°), piedemontes de valle, acumulaciones glaciofluviales y morrenas. Predominan terrenos de pajonales, matorrales húmedos, vegetación de zonas húmedas y áreas deforestadas (oeste de Puerto Inca y Yuyapichis). Destacan en esta zona los sectores de Panao, valle del río Higueras, sector de Huacrachuco y franjas alineadas de la Faja Subandina al este y oeste de Tingo María-Aucayacu, Codo del Pozuzo y Montaña del Sira, así como colinas estructurales alineadas entre La Unión y Queropalca, en el lado occidental.

Moderada susceptibilidad

Zonas en donde el terreno presenta algunas condiciones para generar movimientos en masa. Incluye zonas con geformas de colinas y lomadas disectadas, monte islas constituidas por rocas sedimentarias (intercalaciones de areniscas, limoarcillitas, calizas), depósitos glaciofluviales y de vertiente. La pendiente de los terrenos varía entre 5°-25°. La cobertura vegetal y uso de suelo está entre áreas deforestadas, bosques húmedos de colinas, bosques, algunas áreas de pajonales de matorrales húmedos. Están distribuidas principalmente en la zona oriental, al este del Codo del Pozuzo (cuenca Pachitea), sectores medios de los valles afluentes al río Huallaga (ambos márgenes) y valle superior del río Marañón y afluentes (sector de Queropalca, La Unión).

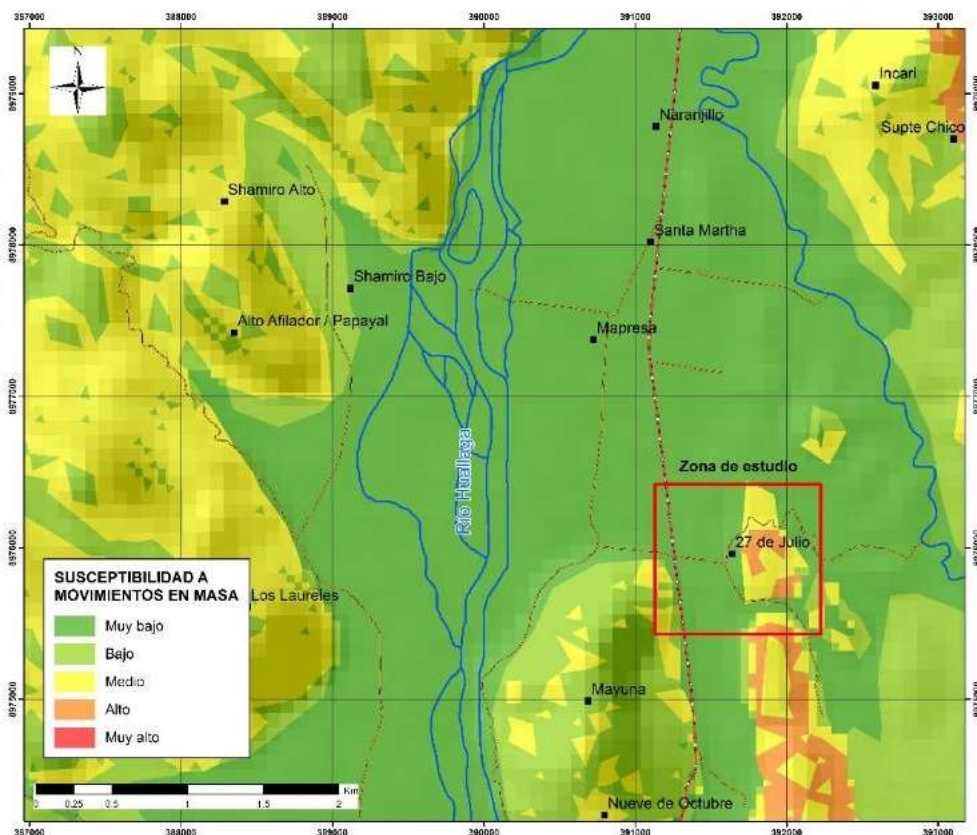


Figura 1. Mapa de susceptibilidad de la zona de estudio y alrededores, donde se pueden apreciar áreas de susceptibilidad alta y moderada a la ocurrencia de movimientos en masa

- **“Zonas críticas por peligros geológicos en la región Huánuco”** (Zavala & Vélchez, 2005). En este estudio se han identificado 60 zonas críticas por peligros geológicos (movimientos en masa y geo-hidrológicos), algunas de las cuales muestran una potencialidad alta de peligro por la vulnerabilidad asociada. La presencia de movimientos en masa (deslizamientos, complejos y avalanchas de roca) es muy frecuente dentro de la región (318 ocurrencias). Su identificación en muchos casos data de su actividad de años atrás, como se observó en las fotografías aéreas de los años 1962, 1963; sin embargo un

gran número de estos procesos reconocidos en el terreno tienen pocos años de actividad o inicio (no se observaron en las fotos aéreas antiguas).

- **“Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo”** (De La Cruz, Valencia & Boulaugger, 1996). Según este trabajo en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias del Grupo Oriente y Pucará, así como depósitos aluviales. El Grupo Oriente litológicamente consiste de areniscas mayormente rosadas a blancas intercaladas con lutitas rojas o verdes y conglomerados rojizos. El Grupo Pucará en su parte basal consiste de calizas micríticas algo dolomíticas bituminosas y nodulares con estratificación mediana a gruesa. En la parte intermedia consiste de una serie de intercalaciones de lutitas y calizas; las lutitas son gris oscuras a negras, en bancos medianos; las calizas son principalmente micríticas, gris oscuras a negras, semibituminosas, ocasionalmente arcillosas o limosas y con concreciones de chert. Hacia la parte superior, la secuencia está compuesta por una predominancia de calizas micríticas, gris claras, en bancos delgados a muy gruesos con dolomitas interestratificadas. Los depósitos aluviales son depósitos que se acumulan en los flancos de los valles y en la quebradas tributarias; están constituidos por conglomerados polimícticos poco consolidados con clastos de tamaño heterogéneos con matriz limo-arcillosa y están ampliamente distribuidos en los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo.

3. GENERALIDADES

3.1. UBICACIÓN

El Sector 27 de Julio se encuentra ubicado en la margen derecha del río Huallaga, el cual desemboca por la margen derecha en el río Marañón. Políticamente, el sector en mención pertenece al distrito de Luyando, provincia Leoncio Prado, región Huánuco y se encuentra específicamente en las coordenadas centrales UTM detalladas en el cuadro 1 (WGS 84-Zona 18 Sur), figura 2:

Cuadro 1. Ubicación del Sector 27 de Julio en las coordenadas UTM (WGS 84-Zona 18 Sur)

Sector	Coordenada N	Coordenada E	Altitud
Sector 27 de Julio	8 976 144	391 537	639 m s.n.m.

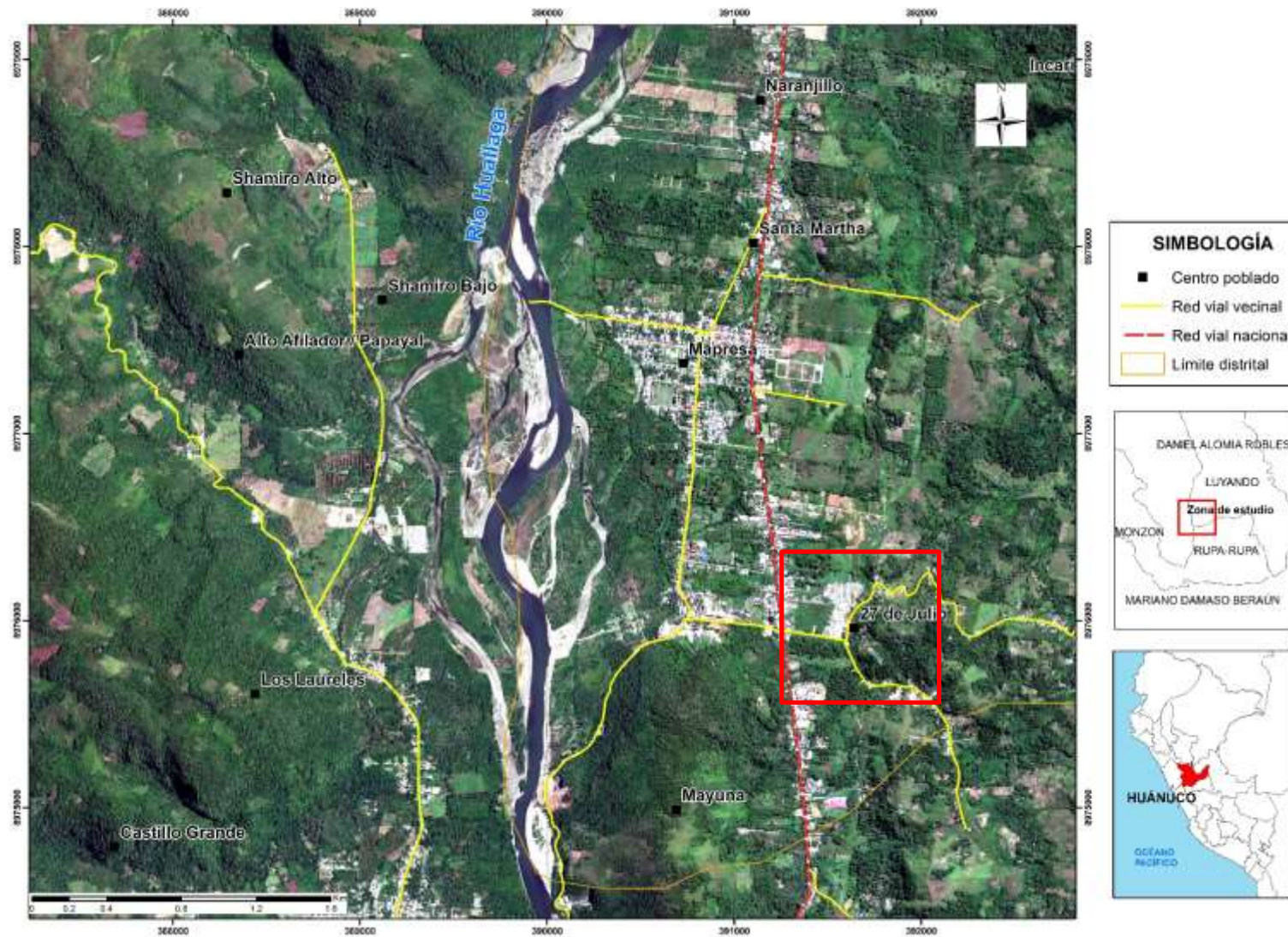


Figura 2. Mapa de ubicación del Sector 27 de Julio, el cual se encuentra distrito de Luyando, provincia Leoncio Prado, región Huánuco

3.2. ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, se realizó por vía terrestre, para ello se debe seguir la siguiente ruta: Lima-Huánuco-Tingo María-Sector 27 de Julio por un tiempo estimado de 11 h 44 min, a través de 504.6 km aproximadamente (cuadro 2).

Cuadro 2. Accesibilidad a la zona de estudio desde la ciudad de Lima hasta el Sector 27 de Julio

Desde	Vía	Kilómetros	Tiempo estimado
Lima a Huánuco	Terrestre	379 km	8 h 38 min
Huánuco a Tingo María		120.6 km	2 h 54 min
Tingo María al Sector 27 de Julio		5 km	12 min

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está situada en el piso altitudinal entre 400 a 1 000 m s.n.m. que corresponde a la región Selva Alta. Se ubica en la margen derecha del río Huallaga, el cual es afluente del río Marañón.

Presenta clima del tipo muy lluvioso, cálido, muy húmedo, con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año.

La temperatura en promedio se encuentra en 24.3 °C y la precipitación es de 2 923 mm al año.

Las temperaturas más altas en promedio ocurren en noviembre, siendo alrededor de 24.7 °C, mientras que las temperaturas promedio más bajas del año se producen en el mes de julio, con alrededor de 23.9 °C.

La menor cantidad de precipitación pluvial ocurre en el mes de agosto, con un valor promedio de 115 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en enero, con un promedio de 388 mm (figura 3).

La variación en la precipitación pluvial entre el mes más seco y más húmedo es de 273 mm y la variación en las temperaturas medias durante todo el año es de 0.8 °C, cuadro 3 (Fuente: Climate-Data.org).

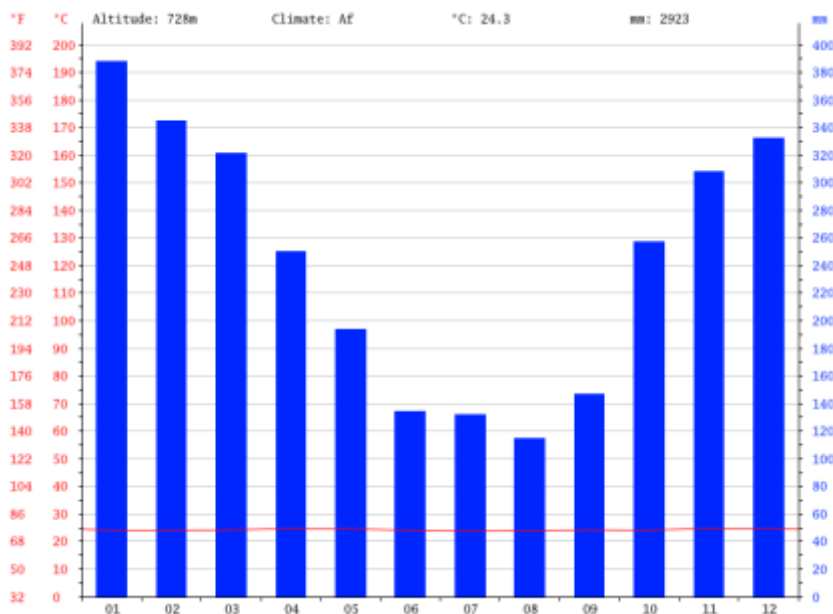


Figura 3. Climograma de Luyando en donde se registra la mayor cantidad de precipitación pluvial en los meses de enero y febrero. Fuente: Climate-Data.org

Cuadro 3. Tabla climática basada en datos históricos (1982 - 2012) registrados en Luyando. Fuente: Climate-Data.org

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.1	24.1	24.2	24.6	24.5	24.1	23.9	24	24.2	24.1	24.7	24.7
Temperatura mín. (°C)	18.5	18.5	18.6	18.5	18.4	17.5	17.4	17.3	17.5	17.6	18.6	18.6
Temperatura máx. (°C)	29.8	29.8	29.8	30.7	30.7	30.7	30.5	30.8	30.9	30.7	30.8	30.8
Precipitación (mm)	388	345	321	250	194	134	132	115	147	257	308	332

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La identificación de las unidades litoestratigráficas en el área de estudio, se desarrolló teniendo como base los boletines:

- Boletín N° 80- Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo -Hojas: 19I, 20I, 21I (De La Cruz, Valencia & Boulaugger, 1996).
- Boletín N° 112- Geología de los cuadrángulos de Aucayacu, Río Santa Ana y Tingo María-Hojas: 18-k, 18-l y 19-k (Martínez, Valdivia & Cuyubamba, 1998).

En dichos trabajos de investigación se indican que en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias del Grupo Pucará, Oriente, Chonta y Vivian, así como depósitos Cuaternarios (aluviales y fluviales).

4.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio y los alrededores, según la cartografía a detalle y los estudios anteriores, corresponden a rocas sedimentarias del Grupo Pucará, Oriente, Chonta y Vivian, así como depósitos Cuaternarios (aluviales y fluviales), figura 4:

Grupo Pucará

Este grupo fue estudiado por primera vez en el Perú central por Mc Laughlin (1924) quien lo describió como una secuencia compuesta de calizas bruno a gris claro y areniscas calcáreas negras. La faja de afloramientos de este grupo muestra un ancho máximo de 20 km al sur de Oxapampa, estrechándose hacia el norte. Cerca de Tingo María, ésta se distribuye en dos zonas separadas por formaciones post-Pucará.

En su parte basal consiste de calizas micríticas algo dolomíticas bituminosas y nodulares con estratificación mediana a gruesa. En la parte intermedia consiste de una serie de intercalaciones de lutitas y calizas; las lutitas son gris oscuras a negras, en bancos medianos; las calizas son principalmente micríticas, gris oscuras a negras, semibituminosas, ocasionalmente arcillosas o limosas y con concreciones de *chert*. Hacia la parte superior la secuencia está compuesta por una predominancia de calizas micríticas, gris claras, en bancos delgados a muy gruesos con dolomitas interestratificadas.

Grupo Oriente

Este grupo fue descrito por primera vez por Kummel (1946) quien lo denominó "Formación Oriente", compuesta por una secuencia de areniscas. Este grupo fue dividido en siete miembros, algunos de los cuales fueron elevados a la categoría de formación y toda la secuencia a la categoría de grupo por Zegarra & Olaechea

(1970). El Grupo Oriente está ampliamente distribuido en el área de estudio, generalmente alrededor de la Formación Sarayaquillo.

En la zona de estudio se identificó afloramientos de este grupo que litológicamente consiste de areniscas mayormente rosadas a blancas intercaladas con lutitas rojas o verdes y conglomerados rojizos. Estos afloramientos se encuentran con un grado de meteorización moderado a alto (fotografía 1).



Fotografía 1. Afloramiento de areniscas mayormente rosadas a blancas intercaladas con lutitas rojas o verdes pertenecientes al Grupo Oriente. Vista al este

Formación Chonta

Esta formación fue estudiada por primera vez por Morán & Fyfe (1933) en la isla de Chonta en el río Pachitea, quienes la definieron como una secuencia de 400 m de calizas cremas a gris claras, margas, esquistos margosos y arcillosos con algunas areniscas y calizas en la base.

Litológicamente la secuencia está constituida por una predominancia de lutitas de color rojo violáceo, areniscas rojizas y calizas grises, siendo característico en las areniscas y lutitas el contenido abundante de matriz calcárea. En la región estudiada se ha reconocido tres miembros en esta formación de acuerdo a sus litofacies, a los que se han denominado como miembros inferior, medio y superior. El miembro inferior está constituido principalmente por lutitas y areniscas de color rojo a marrón rojizas de grano fino a medio, intercaladas con areniscas de grano grueso y areniscas cuarzosas de color blanco. La parte media de esta unidad se puede distinguir a lo largo del río Pozuzo, consiste mayormente de calizas tabulares y friables de color gris claro a oscuro con apariencia homogénea

intercalada muy esporádicamente con delgadas capas de areniscas cuarzosas. El miembro superior lo constituyen lutitas marrón rojizas a rojas, y areniscas de grano fino a medio, localmente se presentan areniscas cuarzosas blancas.

Formación Vivian

Esta formación fue descrita por primera vez por Morán & Fyfe (1933) en la quebrada Vivian de la región de Contamaná (Bajo Pachitea) como areniscas de azúcar, posteriormente Kummel (1948) le puso el nombre de Formación Vivian. Esta unidad está constituida por una secuencia de areniscas de grano grueso a fino, cuarzosas de color blanco, amarillo a marrón, con estratificación cruzada. La Formación Vivian se distribuye a lo largo de una delgada faja de afloramientos con dirección NNO-SSE cerca a Previsto (cuadrángulo de Aguaytía), al norte de Pozuzo, y en el cuadrángulo de Panao.

Depósitos aluviales

Son depósitos que se acumulan en los flancos de los valles y en la quebradas tributarias; están constituidos por clastos polimícticos poco consolidados de tamaño heterogéneo en matriz limo-arcillosa (fotografía 2) y están ampliamente distribuidos en los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo.

Los depósitos aluviales se encuentran distribuidos en ambas márgenes del río Huallaga y en las quebradas tributarias. Sobre estos depósitos se ubica el sector 27 de Julio.



Fotografía 2. Depósitos aluviales constituidos por gravas polimícticas poco consolidadas de tamaño heterogéneo envueltos en matriz limo-arcillosa. Vista al noreste

Depósitos Fluviales

Son depósitos acumulados y depositados en las riberas y el fondo de los ríos; consisten de gravas gruesas y finas, arenas inconsolidadas y limoarcillitas. Se distribuyen ampliamente en los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo. Los depósitos fluviales se encuentran ampliamente distribuidos en las riberas del río Huallaga y sobre los cuales se encuentran zonas de cultivo (fotografía 3).



Fotografía 3. Depósitos fluviales acumulados y depositados en las riberas y en medio del río Huallaga; consisten de gravas gruesas y finas, arenas inconsolidadas y limoarcillitas. Vista al suroeste

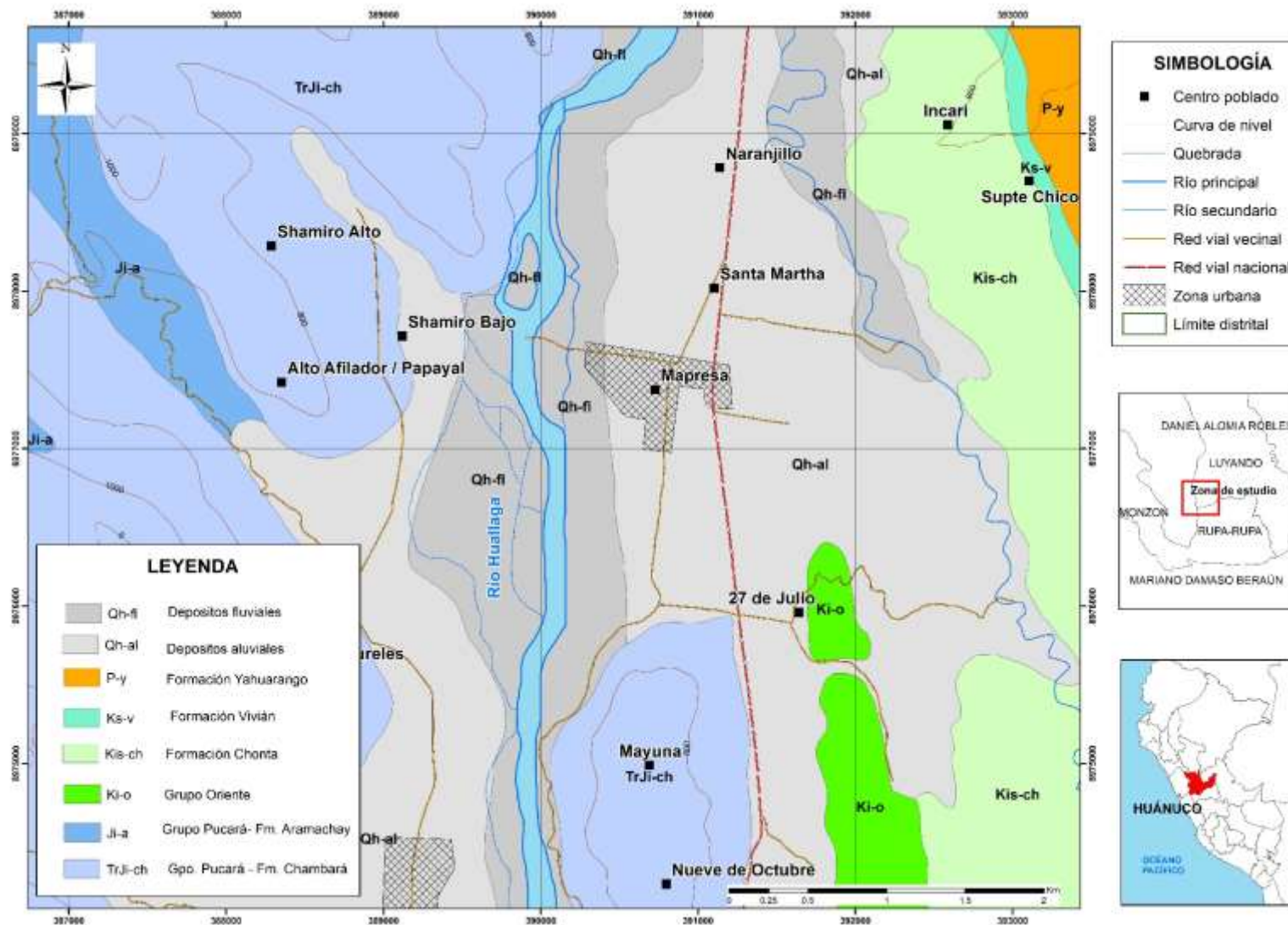


Figura 4. Mapa geológico de la zona de estudio

5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para poder caracterizar las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio, se consideraron criterios de control como la:

- Homogeneidad litológica.
- Caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión (denudación) y sedimentación (acumulación).

Las geformas particulares individualizadas se agrupan en tres tipos generales del relieve en función a su altura relativa, donde se diferencian:

- Montañas
- Colinas y lomadas
- Planicie. Ver cuadro 4 y figura 9.

Se tomó en cuenta, para la clasificación de las unidades geomorfológicas, la publicación de Villota (2005).

Cuadro 4. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)
Colinas y lomadas	Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)
	Monte isla (Mo-i)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Sub unidad
Planicie	Llanura o planicie aluvial (PI-al)
	Llanura o planicie inundable (PI-i)

5.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes geomorfológicos resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades geomorfológicas:

Unidad de montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel. La cima de estas geoformas puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

Subunidad de Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)

Corresponde a geoformas conformadas por afloramientos de rocas sedimentarias tipo calizas, dolomitas y lutitas, reducidos por procesos denudativos y que se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente moderada a alta (35° a 45°).

Se identificaron estas formas del relieve al oeste del sector 27 de Julio y en la margen izquierda del río Huallaga (figura 5).



Figura 5. Montañas estructurales en rocas sedimentarias (RME-rs) ubicadas al oeste del sector 27 de Julio. Vista al noroeste

Unidad de colinas y lomadas

Están representadas por colinas de relieve complejo y con diferentes grados de disección, con alturas que oscilan entre 50 y 300 metros desde el nivel de base local y cuyas laderas se inclinan en promedio con valores superiores a 16% de pendiente o con pendiente mayor a 7° (Villota, 1998), se presentan como elevaciones de relieve bajo y alineamientos estructurales. Se asocian litológicamente a rocas de diferente naturaleza, principalmente sedimentaria de edad Mesozoica.

Subunidad de Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)

Estas geformas están conformadas por substratos rocosos sedimentarios tipo calizas, areniscas y lutitas, reducidos por procesos denudativos y que se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente moderada a alta (30° a 45°).

Se identificaron estas geformas al este y oeste del sector 27 de Julio, en ambas márgenes del río Huallaga (figura 6).

Subunidad de Monte isla (Mo-i)

Son colinas aisladas y escasas que presentan, por lo general, crestas convexas y/o pendientes altas dependiendo del modelado suave o abrupto, respectivamente.

Se exponen como remanentes erosivos del sustrato rocoso en litologías sedimentarias limitados o rodeados de planicies aluviales. Su distribución es muy reducida, como los monte islas identificados en la margen derecha del río Huallaga (figura 6).



Figura 6. Colinas estructurales en roca sedimentaria (RCE-rs) y Monte isla (Mo-i) ubicados al suroeste del sector 27 de Julio. Vista al suroeste

5.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL

Estas geformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra,

mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Las geoformas de carácter depositacional, identificadas en la zona de estudio, corresponden a unidades geomorfológicas tipo planicie y geoformas particulares.

Unidad de planicie

Superficies planas con ligeras ondulaciones. Están asociadas a depósitos aluviales y fluviales, limitados en muchos casos por depósitos de piedemonte y laderas de montañas o colinas.

Subunidad de Llanura o planicie aluvial (PI-al)

Se caracterizan por ser terrenos planos (pendiente suave entre 1 y 5°) y de ancho variable. Estas formas de relieve se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal del río Huallaga, a mayor altura y representan niveles antiguos de sedimentación fluvial. Sobre estas geoformas se encuentra asentada la zona urbana del distrito de Luyando, así como el sector 27 de Julio (figura 7).



Figura 7. Llanura o planicie aluvial sobre la cual se encuentra ubicado el sector 27 de Julio. Vista al oeste

Subunidad de Llanura o planicie inundable (PI-i)

Corresponde a superficies planas, bajas, ligeramente onduladas, adyacentes al curso principal del río Huallaga y sujetas a inundación recurrente (estacional o excepcional), figura 8.

Está constituida por materiales no consolidados provenientes de la denudación de las superficies de montañas y/o colinas y que son transportados por el río Huallaga.



Figura 8. Llanura o planicie inundable (PI-i) que consiste en islas con o sin vegetación, ubicadas en medio del curso principal del río Huallaga y al oeste del sector 27 de Julio. Vista al suroeste

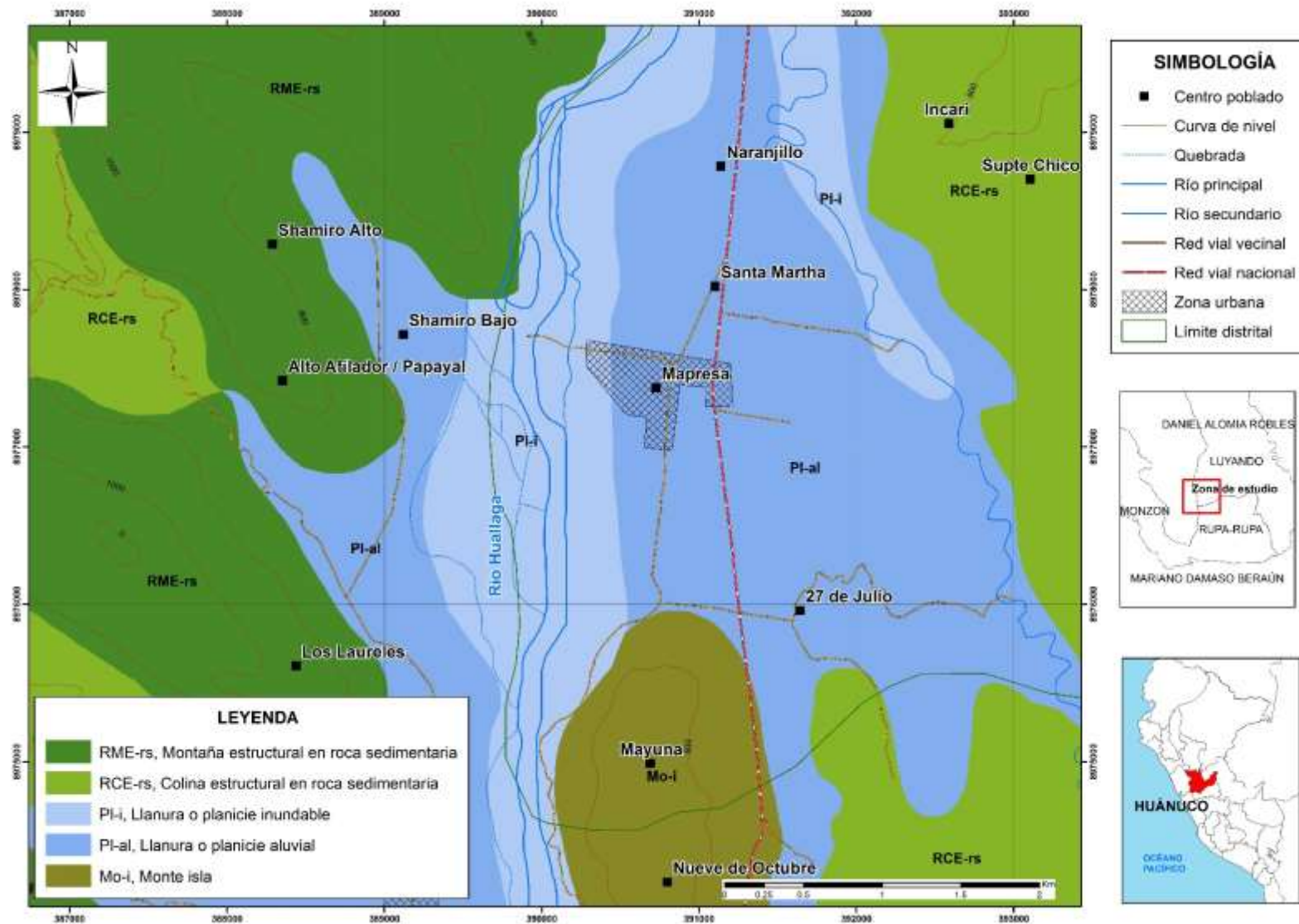


Figura 9. Mapa geomorfológico de la zona de estudio

6. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el sector 27 de Julio, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos (PMA: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida por los cursos de agua en la Cordillera Oriental, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos y quebradas.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la pendiente, la geometría del terreno, el tipo de roca, el tipo de suelo, el drenaje superficial-subterráneo, la cobertura vegetal, entre otros. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona de estudio.

6.1. CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación, se describen algunos términos referentes a peligros geológicos y que serán utilizados en el presente informe técnico.

6.1.1. DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según Varnes (1978), se clasifica a los deslizamientos por la forma de la superficie de falla o ruptura por donde se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007).

a. Deslizamientos rotacionales

Los deslizamientos rotacionales son un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava (figura 10).

Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado, y una contra-pendiente en 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 este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s. (PMA: GCA, 2007).

En la figura 11, se representan las partes principales de un deslizamiento rotacional, como: escarpa principal, escarpa secundaria, grietas longitudinales y/o transversales, superficie de ruptura, corona, cabeza, pie, entre otras.

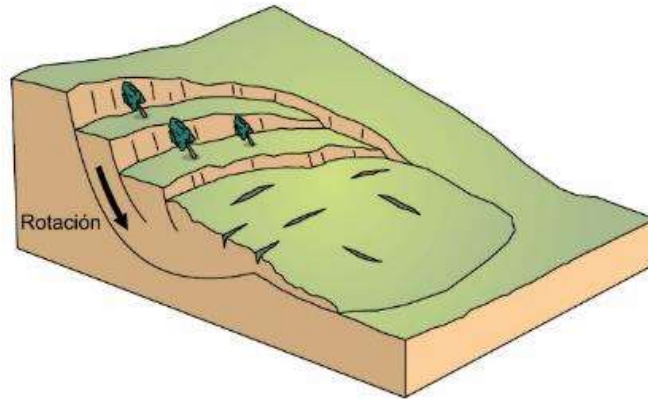


Figura 10. Esquema de un deslizamiento rotacional dónde se puede observar la superficie de falla curva y cóncava. Tomado del Proyecto Multinacional Andino (2007)

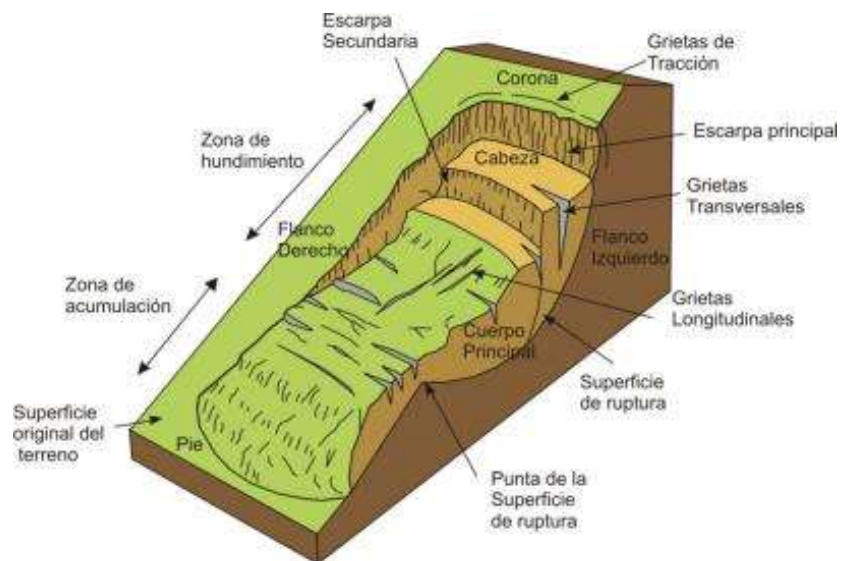


Figura 11. Esquema de un deslizamiento rotacional dónde se muestran sus partes principales

7. DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR 27 DE JULIO

En base a los datos obtenidos durante los trabajos de campo y la interpretación de imágenes satelitales se realizó la delimitación y caracterización de los deslizamientos recientes identificados en el sector 27 de Julio (figura 12).

La ocurrencia de los movimientos en masa tipo deslizamientos, en la zona de estudio, es favorecida por la pendiente de las laderas que pueden superar los 30°, la morfología de las colinas y lomadas, la naturaleza del suelo (incompetente), las filtraciones de agua de escorrentía, entre otros.

Durante los periodos de precipitaciones intensas y/o extraordinarias, la escorrentía superficial aumenta significativamente, generando el aumento progresivo de la capacidad de erosión en el terreno.

Los deslizamientos recientes, corresponden a deslizamientos de tipo rotacional que se originaron el año 2019 y el presente año. En la zona de estudio se identificaron dos deslizamientos como producto de la reactivación de deslizamientos antiguos (figuras 12 y 13), estos movimientos en masa recientes se produjeron como consecuencia de las lluvias intensas y/o extraordinarias ocurridas durante el mes de febrero del presente año.

Los deslizamientos recientes identificados se denominaron: A y B (figuras 14 y 15), estos movimientos en masa tienen dirección predominante N225° y N295°, respectivamente. El deslizamiento A afectó la vía de acceso al sector 27 de Julio, así como terrenos de cultivo.

Según comentaron los pobladores de la zona de estudio, durante las lluvias ocurridas durante el mes de febrero de 2019, se produjeron agrietamientos y asentamientos en el terreno afectando el cementerio del caserío de Incari. Durante ese periodo de lluvias también se produjo la inundación del sector 27 de Julio, afectando viviendas y a la población de dicho sector.

Durante la inspección geológica, en la zona de estudio, también se identificaron lomeríos que evidencian la presencia de movimientos en masa tipo deslizamientos antiguos y recientes, así como la inclinación de árboles que indican el movimiento de la masa deslizada (figura 16).

Los deslizamientos identificados en la zona de estudio afectaron la vía de acceso al sector 27 de Julio, viviendas ubicadas en el cuerpo del deslizamiento, el cementerio del caserío de Incari ubicado sobre el material deslizado, así como áreas de cultivo y podría afectar otras viviendas en el sector mencionado.

A continuación, se detallan las características de estos peligros geológicos, los factores condicionantes y desencadenantes que favorecieron su ocurrencia y los daños que se generaron en el mencionado sector.



Figura 12. Imágenes obtenidas mediante el sobrevuelo con dron realizado en el sector 27 de Julio. Dichas imágenes han permitido tener una visión más completa de la zona de estudio y poder realizar una mejor interpretación de los resultados y la cartografía realizada. A) Se muestra una vista panorámica de la zona de estudio que incluye el sector 27 de Julio y B) Los deslizamientos recientes (línea amarilla punteada) generados por la reactivación de un deslizamiento antiguo (línea punteada roja) han afectado la vía de acceso al sector en mención, viviendas, áreas de cultivo y el cementerio del caserío de Incari



Figura 13. Deslizamientos identificados en el sector 27 de Julio que afectaron áreas de cultivo y la vía de acceso al sector en mención. Los deslizamientos A y B se originaron a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales ocurridas en la zona de estudio. Vista al este



Figura 14. Deslizamiento A identificado en la zona de estudio. La ocurrencia de este deslizamiento afectó la vía de acceso al sector 27 de Julio, así como áreas de cultivo. Vista al sureste



Figura 15. Deslizamiento B identificado en la zona de estudio. Entre los factores que generaron su ocurrencia se encuentran: la pendiente y morfología del terreno, el tipo de suelo que es de fácil remoción por acción hídrica, entre otros. Vista al noreste



Figura 16. En la zona de estudio se identificaron lomeríos (línea punteada amarilla) que evidencian la ocurrencia de deslizamientos, así como árboles inclinados (flecha amarilla) que indican la dirección de dicho movimiento. Vista al noroeste

Se realizó un análisis multitemporal utilizando imágenes satelitales (figura 17), periodo comprendido entre julio de 2003 hasta junio de 2019, en las cuales se pudo observar la ocupación urbana inadecuada del territorio, sobre zonas que presentan moderada a alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa, como los deslizamientos identificados en la zona de estudio.



15 de julio de 2003



5 de julio de 2010



31 de julio de 2014



25 de julio de 2017



7 de junio de 2019

Figura 17. El análisis multitemporal utilizando imágenes satelitales del Google Earth (2003-2019) permitió identificar la ocupación urbana inadecuada del territorio. En la actualidad el sector 27 de Julio se encuentra afectado por movimientos en masa debido a la susceptibilidad del terreno ante la ocurrencia de deslizamientos

7.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos se originaron el 2019 y el presente año durante los meses de enero y febrero se registraron lluvias intensas en el distrito de Luyando, lo cual originó la reactivación de los deslizamientos en varios sectores, siendo el sector 27 de Julio es más afectado.

Para la ocurrencia de los deslizamientos se consideran factores condicionantes y desencadenantes. Entre los factores condicionantes se tienen: la pendiente del terreno, la composición litológica y calidad del substrato rocoso, así como el tipo de suelo que es de fácil remoción por acción hídrica (figura 18). Mientras que el factor desencadenante son las precipitaciones pluviales.

Los deslizamientos tienen las siguientes características y dimensiones:

- Longitud de escarpas de los deslizamientos recientes: 17 m (A) y 13 m (B)
- Longitud de escarpa principal del deslizamiento antiguo: 85 m
- Forma de las superficies de rotura: rotacional
- Presencia de saltos principales: de hasta 1 m
- Presencia de agrietamientos longitudinales a los escarpes principales, ubicados dentro del área deslizada
- Distancia de la corona al pie de los deslizamientos: 76 m(A) y 45 (B) m
- Dirección predominante del movimiento de los deslizamientos recientes: N310° (A) y N315° (B) (figura 19)
- Áreas aproximadas de los deslizamientos recientes: 704 m² (A) y 300 m² (B)
- Área aproximada del deslizamiento antiguo: 6204 m²
- Se identificaron asentamientos en el cuerpo del deslizamiento que hacen inestable la zona.



Figura 18. Deslizamiento A identificado en la zona de estudio y que afectó la vía de acceso al sector 27 de Julio. La ocurrencia de estos movimientos en masa se favoreció por la pendiente del terreno y el tipo de suelo que es de fácil remoción por acción hídrica. Vista al noreste



Figura 19. Dirección predominante de N310° de la masa deslizada correspondiente al deslizamiento A. La flecha amarilla indica la dirección del movimiento. Vista al sureste

7.2. CAUSAS

Los deslizamientos rotacionales se originaron a consecuencia de las lluvias extraordinarias e intensas que ocurrieron en el sector 27 de Julio y los alrededores. Entre los factores condicionantes se tienen: la pendiente y morfología del terreno, el tipo de suelo que es de fácil remoción por acción hídrica, entre otros. Mientras que el factor desencadenante fueron las precipitaciones pluviales.

Factores condicionantes:

- a) Configuración geomorfológica de la zona de estudio (colinas y lomadas estructurales y modeladas en rocas sedimentarias).
- b) Pendiente promedio de la ladera de las colinas y lomadas entre los 30° y 45°.
- c) Características litológicas del área (afloramiento de rocas sedimentarias tipo areniscas mayormente rosadas a blancas intercaladas con lutitas rojas o verdes y conglomerados rojizos. Se consideran a estas secuencias como rocas de calidad regular a mala y muy meteorizada. La calidad de las rocas se ve reducida por la meteorización (fotografía 4).
- d) Substrato rocoso de mala calidad con un grado de meteorización moderado a alto.
- e) Presencia de afloramiento rocoso fracturado.
- f) Suelos de tipo limo-arenoso con presencia de gravas (fotografía 5).

- g) Cobertura vegetal de tipo matorrales dispersos, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.



Fotografía 4. Afloramiento muy meteorizado de areniscas mayormente rosadas a blancas intercaladas con lutitas rojas o verdes pertenecientes al Grupo Oriente. Vista al este



Fotografía 5. Suelos de tipo limo-arenoso que son de fácil remoción por acción hídrica. Vista al este

Factor desencadenante:

Las precipitaciones pluviales extraordinarias e intensas fueron el factor desencadenante que originaron la reactivación de los deslizamientos rotacionales en la zona de estudio. El agua de escorrentía proveniente de las lluvias satura los terrenos y los desestabilizan originaron la reactivación de los deslizamientos.

7.3. DAÑOS

Durante los trabajos de campo realizados en la zona de estudio se identificaron diferentes zonas afectadas por los deslizamientos. Entre los daños que se ocasionaron, se tienen:

- Viviendas afectadas por el movimiento ladera hacia debajo de los deslizamientos. Las viviendas se encuentran inhabitables por el alto riesgo de colapsar y afectar la vida humana (fotografías 6 y 7).
- Vía de acceso hacia el sector 27 de Julio afectada, debido a los trabajos de rehabilitación se encuentra en mejor estado.
- Viviendas ubicadas muy próximas a los deslizamientos se encuentran en alto riesgo de colapsar o ser afectadas.
- Las conexiones eléctricas podrían ser afectadas debido a que se encuentran en una especie de postes hechos de manera artesanal y que debido al movimiento de los deslizamientos se encuentran inclinados y podrían caer (fotografías 8).
- Cementerio del caserío de Incari afectado durante las lluvias ocurridas durante el mes de febrero de 2019. Se produjeron agrietamientos y asentamientos en el terreno afectando el cementerio (fotografías 9).
- Durante la temporada de lluvias (febrero 2019) también se produjo la inundación del sector 27 de Julio, afectando viviendas y a la población de dicho sector.
- Áreas de cultivo destruidas y afectadas por los deslizamientos identificados en la zona de estudio.



Fotografía 6. Vivienda afectada y considerada inhabitable debido al movimiento ladera hacia abajo de los deslizamientos. Vista al sur



Fotografía 7. Vivienda que se encuentra muy cerca a los deslizamientos y que presenta agrietamientos en las paredes. Vista al este



Fotografía 8. Conexiones eléctricas que podrían ser afectadas debido al movimiento de los deslizamientos. Vista al sur



Fotografía 9. Cementerio del caserío de Incari afectado agrietamientos y asentamientos en el terreno durante las lluvias ocurridas el mes de febrero de 2019. Vista al sureste

En la figura 20, se muestra el cartografiado de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector 27 de Julio y alrededores. Dicho mapa se elaboró con el uso de imágenes satelitales, imágenes generadas por el sobrevuelo con dron, antecedentes históricos y datos tomados en los trabajos de campo (fotografías y puntos de control GPS).

El mapa de peligros geológicos por movimientos en masa es una herramienta de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia) en el en el sector 27 de Julio.

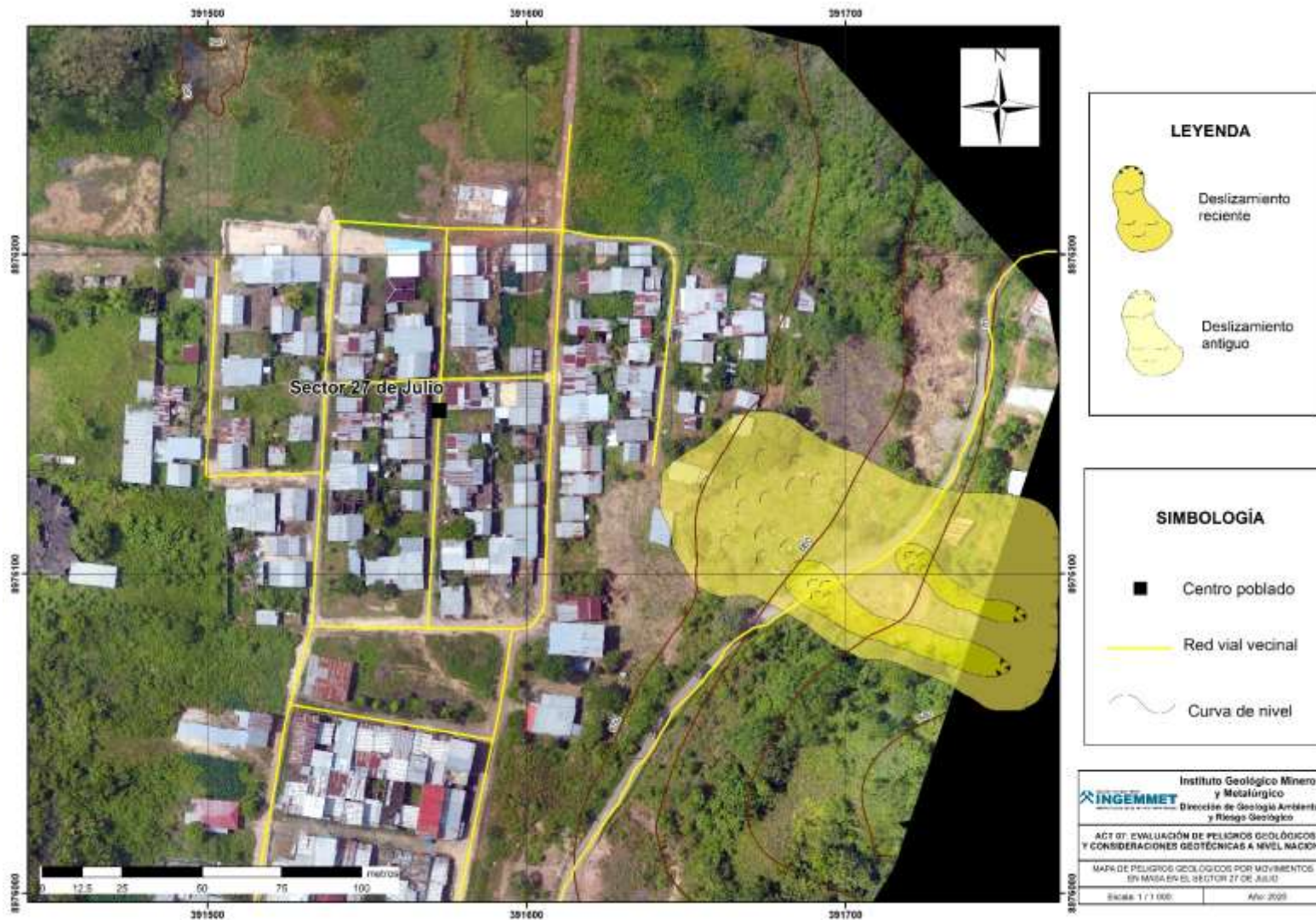


Figura 20. Mapa de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector 27 de Julio

8. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LA ZONA EVALUADA

Considerando las condiciones geológicas, geomorfológicas y de sitio identificadas, que caracterizan la susceptibilidad de los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector 27 de Julio y alrededores, se requieren de medidas estructurales para poder mitigar y prevenir futuros desastres.

Dentro de las principales medidas de estabilidad, para mitigar los movimientos en masa identificados, se encuentran el control del agua superficial y subterráneo, debido a que las filtraciones de aguas de escorrentía son un factor importante en la inestabilidad del terreno, y la estabilización de los deslizamientos para evitar el avance hacia el sector en mención.

El control del agua superficial es un sistema tendiente a controlar el agua y sus efectos, disminuyendo las fuerzas que producen movimiento y/o aumentando las fuerzas resistentes. El control del agua tanto superficial como subterránea es muy efectivo y es generalmente más económico. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suarez, 1998).

8.1. DRENAJE SUPERFICIAL

El drenaje superficial tiene como finalidad recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose la infiltración y la erosión.

El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos de las cárcavas.

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no (figura 21).

Se utilizan zanjas horizontales o canaletas de drenaje horizontal que son paralelas al talud y se sitúan al pie del mismo; canales colectores en espina de pescado, que combinan una zanja drenante o canal en gradería, según la línea de máxima pendiente, con zanjas secundarias (espinas) ligeramente inclinadas que convergen en la espina central. Su construcción y mantenimiento en zonas críticas debe tener buena vigilancia. Estos canales deben ser impermeabilizados adecuadamente para evitar la reinfiltración de las aguas (figura 22).

Los canales deben conducirse a entregas en gradería u otro disipador de energía que conduzca el agua recolectada hasta un sitio seguro (figuras 23 y 24).

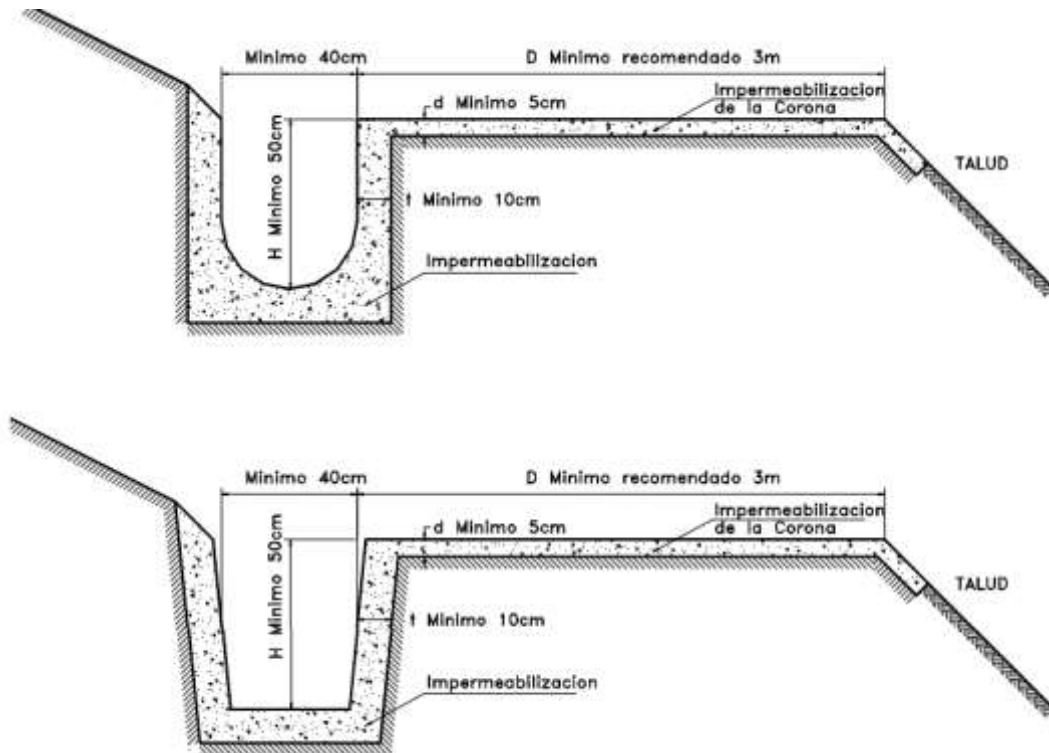


Figura 21. Detalle de zanjas de coronación para el control de aguas superficiales en un talud (Suarez, 2010)

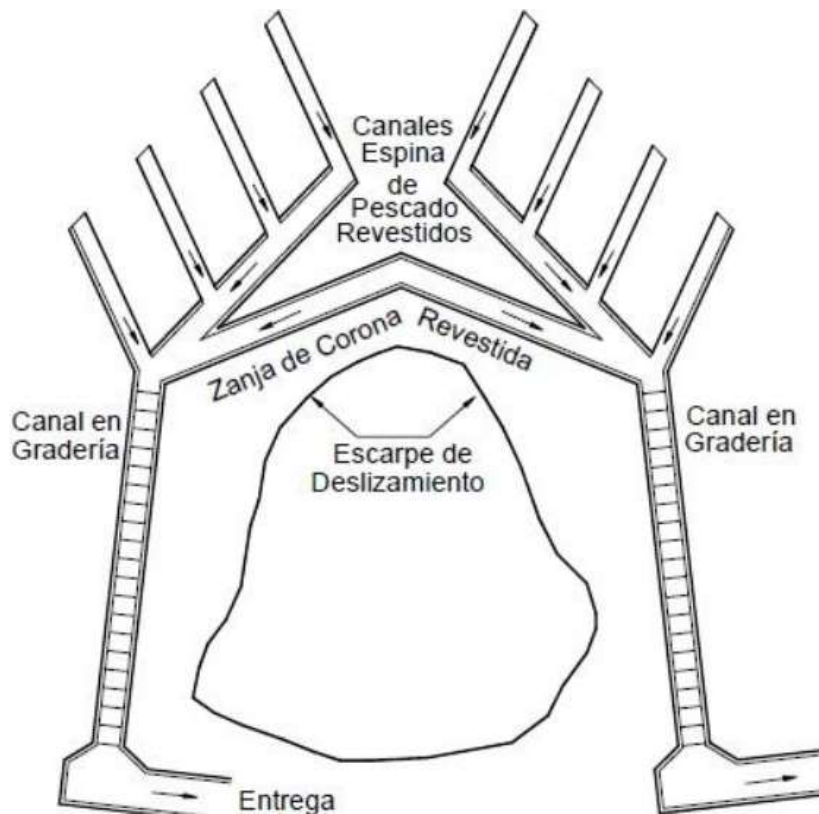


Figura 22. Esquema de planta de canales colectores espina de pescado con canales en gradería

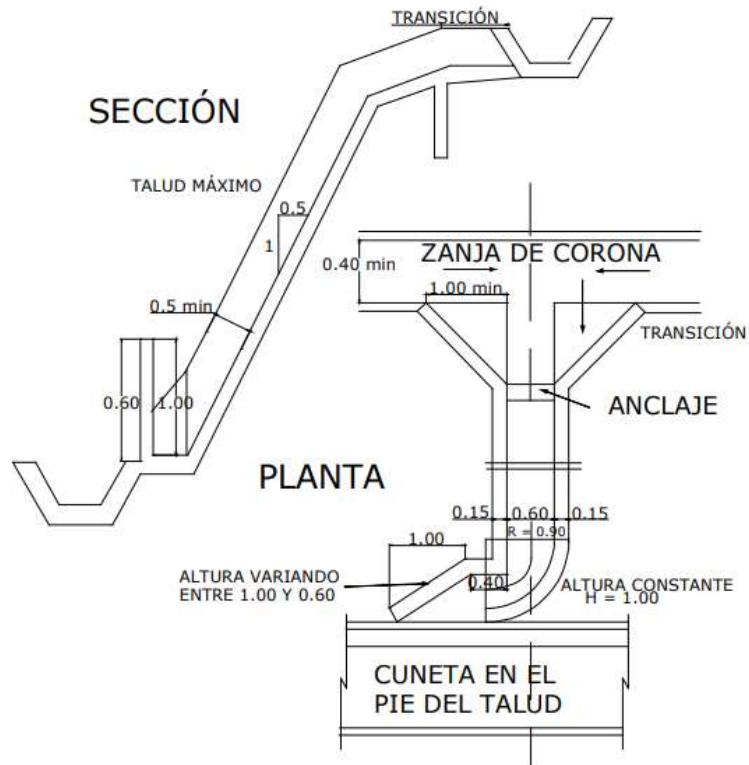


Figura 23. Detalle de un canal rápido de entrega

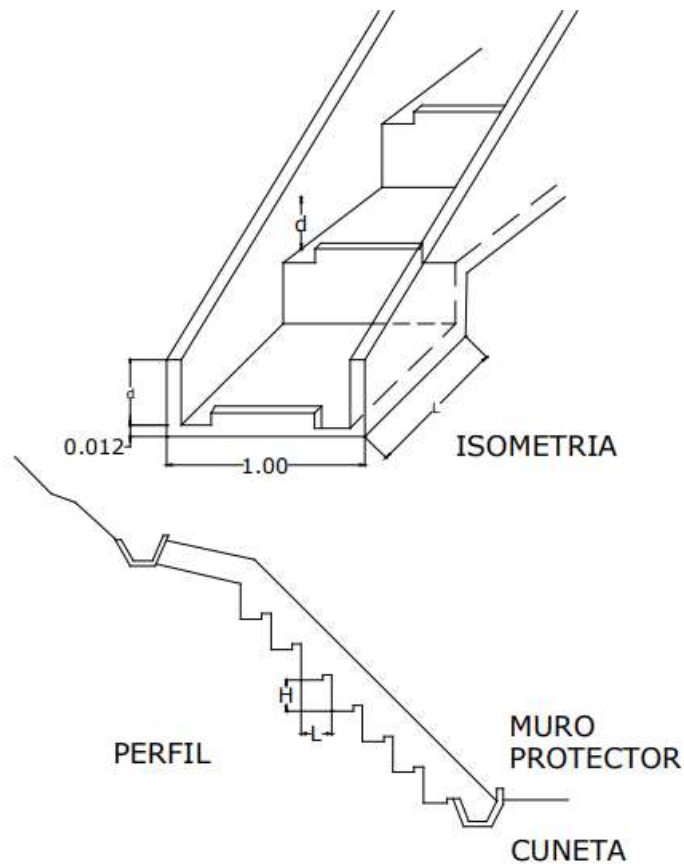


Figura 24. Canal de entrega con gradas de disipación

8.2. DRENAJE SUBTERRÁNEO

El control de las aguas subterráneas tiene como objetivos controlar la presión producida por estas aguas y regular las fluctuaciones del nivel freático, brindando estabilidad y garantizando la permanencia de las obras que se encuentran en la superficie del terreno, así como mejorar la aireación del suelo a favor de las coberturas vegetales; este control se hace a través de filtros o subdrenes interceptores, consistentes en zanjas rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte de agua.

Existen diferentes tipos (Suárez, 1992), con material de filtro y tubo colector; con material grueso permeable sin tubo (filtro francés); con geotextil como filtro, material grueso y tubo colector; con geotextil, material grueso y sin tubo; y tubo con capa gruesa de geotextil alrededor (figura 25).

La elección del tipo de dren interceptor, estará en función del presupuesto y materiales disponibles, así como de las necesidades de captación y caudal del dren; dentro de las limitaciones e implicaciones en su manejo (Suárez, 1989), se destaca la tendencia al taponamiento, producto del transporte y depositación de las partículas más finas del suelo, razón por la cual debe ser muy cuidadosamente escogido el material de filtro, y el tipo y calidad de geotextil a utilizar. Asimismo, es necesario prestar especial atención a las plantas, ya que invaden los drenes, al taponar los orificios de drenaje. El sellado de grietas es otra actividad de gran importancia, en la búsqueda del control del agua y estabilidad del terreno; con ella se previene la penetración del agua a través de grietas existentes en la superficie del terreno, y su posterior contacto con el subsuelo, el cual favorecería eventualmente la ocurrencia de derrumbes en cercanías a las cabeceras de las cárcavas.

Otras medidas de prevención y/o mitigación, son las siguientes:

- Drenar el agua acumulada durante temporada de lluvias para evitar la infiltración al subsuelo y que siga inestabilizando el terreno.
- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos. Lo recomendable es evitar todo tipo de cultivo en las laderas.
- En las cuencas altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno (figura 26).
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Evitar el sobrepastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal.
- Realizar el sellado de grietas abiertas formadas por el asentamiento de la ladera, con arcilla; con el objetivo de reducir el ingreso del agua hacia el subsuelo y que se desestabilice más el terreno.

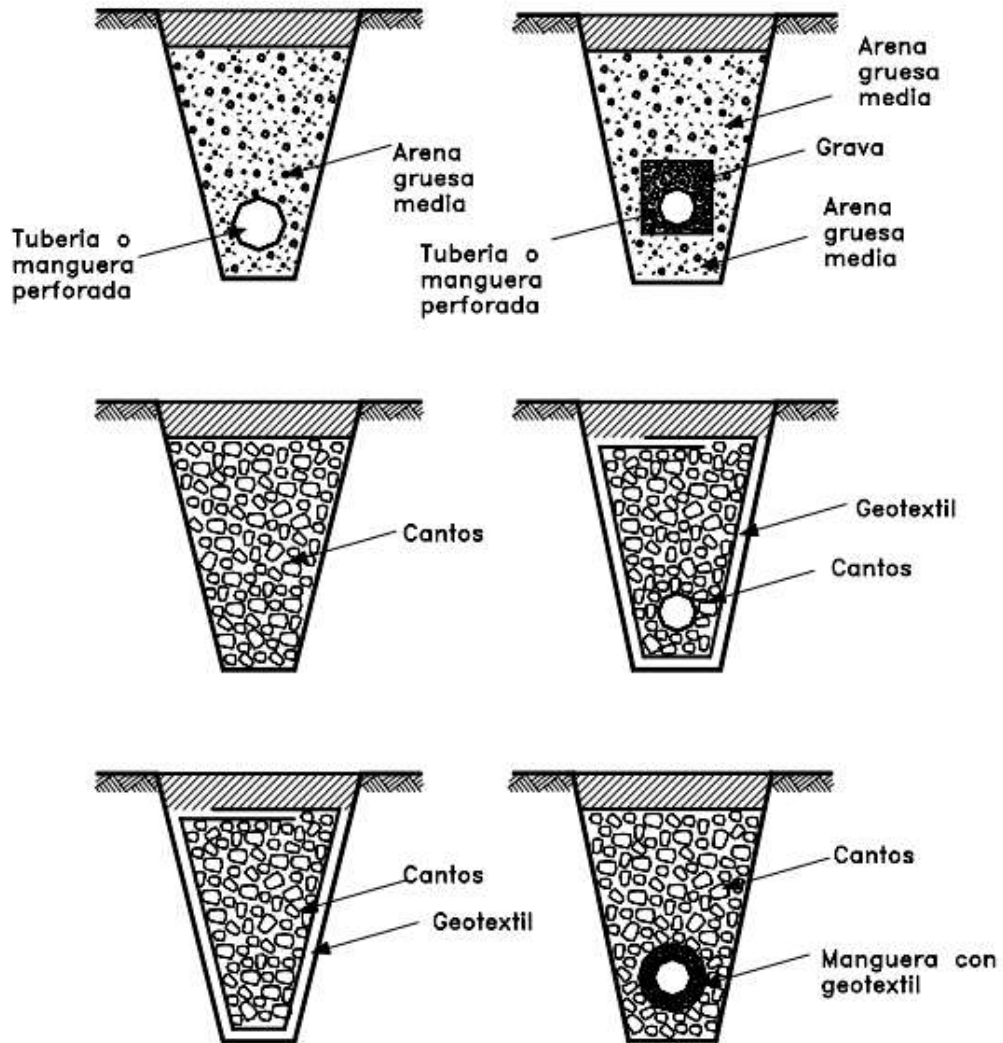


Figura 25. Tipos de subdrenes interceptores (Adaptado de Suárez, 1992)

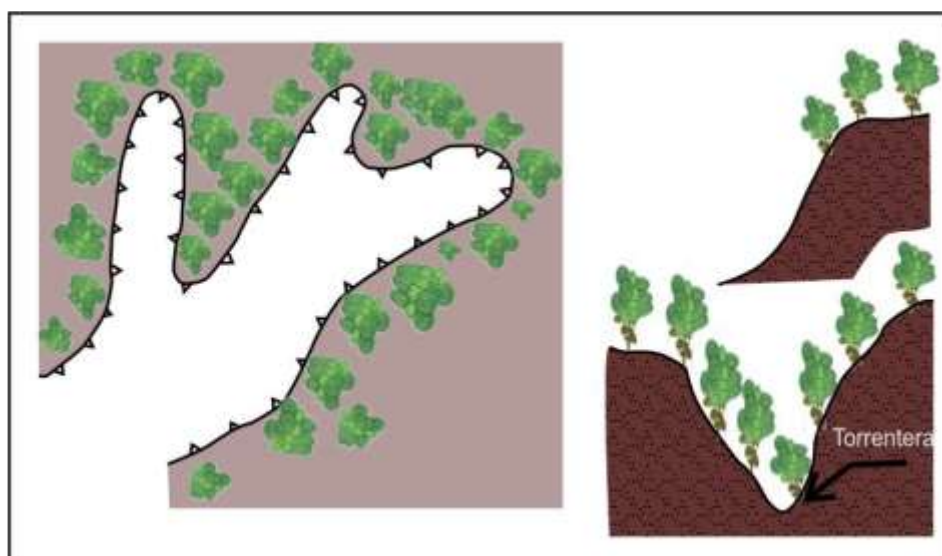


Figura 26. Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables

CONCLUSIONES

- a) El sector 27 de Julio se encuentra ubicado en la margen derecha del río Huallaga, el cual desemboca por la margen derecha en el río Marañón, en zonas de susceptibilidad media y alta a la ocurrencia de movimientos en masa.
- b) Geomorfológicamente, la población del sector 27 de Julio se encuentra sobre una llanura o planicie aluvial, relieves que se caracterizan por ser terrenos planos (pendiente suave entre 1 y 5°). Estas formas de relieve se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal del río Huallaga, a mayor altura y representan niveles antiguos de sedimentación fluvial. Hacia el este y oeste de dicho sector se encuentran colinas y lomadas estructurales en roca sedimentaria con pendiente promedio de la ladera entre los 30° y 45°.
- c) El sector en mención, se encuentra sobre depósitos aluviales constituidos por clastos polimícticos poco consolidados de tamaño heterogéneo en matriz limo-arcillosa y que se encuentran distribuidos en ambos márgenes del río Huallaga y en las quebradas tributarias.
- d) Hacia el este y sureste del sector 27 de Julio se encuentran afloramientos del substrato rocoso que corresponden al Grupo Oriente, el cual litológicamente consiste de areniscas mayormente rosadas a blancas intercaladas con lutitas rojas o verdes y conglomerados rojizos. Se consideran a estas secuencias como rocas de calidad regular a mala, muy fracturadas y meteorizadas.
- e) En el sector 27 de Julio se identificaron movimientos en masa tipo deslizamientos que afectaron viviendas, la vía de acceso al sector en mención, áreas de cultivo y podrían afectar otras viviendas ubicadas cerca de los deslizamientos.
- f) Los peligros geológicos identificados en la zona de estudio son originados por factores condicionantes como: la morfología de las colinas y lomadas, la pendiente del terreno, el tipo de suelo que es de fácil remoción por acción hídrica, mientras que el factor desencadenante son las precipitaciones pluviales intensas que ocurren en la zona. También se debe considerar la exposición por la ocupación urbana no planificada.
- g) Por las condiciones geológicas-geodinámicas, el sector 27 de Julio es considerado como **Zona Crítica**, de peligro muy alto por deslizamientos, ante la presencia de lluvias intensas y/o extraordinarias.

RECOMENDACIONES

- a) Reubicar a la población y viviendas que se encuentran sobre el deslizamiento y en los alrededores, debido a que se encuentran en un peligro muy alto ante los movimientos en masa identificados.
- b) Evitar la expansión urbana en zonas próximas a los deslizamientos identificados debido al peligro alto que esto significa para la población.
- c) Realizar un monitoreo diario de los deslizamientos, a través de mediciones de las aberturas y determinar si existe movimiento, con el fin de estar prevenidos.
- d) No continuar con la habilitación urbana de la zona de estudio.
- e) Implementar un sistema de drenaje debido a que las filtraciones de aguas de escorrentía son un factor importante en la inestabilidad del terreno.
- f) Las obras de rehabilitación deben ser dirigidas y ejecutadas por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act-07



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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cruden, D. & Varnes, D. (1996) - Landslides types and processes. In Turner, A.K & Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.

De La Cruz, J.; Valencia, M. & Boulaugger, E. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo. INGEMMET, *Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional*, 80, 136 p.

FAO (1967) - La erosión del suelo por el agua. Cuadernos de fomento agropecuario. N° 81 Roma. 207 p.

Hungr, O.; Evans, S. G.; Bovis, M. & Hutchinson, J. N. (2001) - Review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental and Engineering Geosciences*, 7, 1-18.

Hungr, O. & Evans, S. G. (2004) - Entrainment of debris in rock avalanches: an analysis of a long run-out mechanism. *Geological Society of America Bulletin*, v. 116:1240-1252.

Mc Laughlin, D. H. (1925) - Notas sobre la geología y fisiografía de los Andes Peruanos en los dptos. de Junín y Lima (Traducción). Inf. y Mem. *Bol. Soc. Ing. del Perú*, Vol. 27, No. 2.

Poesen, J. (1993) - Gully typology and gully control measure in the european loess belt, en S. Wicherek, ed., Farm Land Erosion. In temperature plains environment and hills. 222-239.

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.

Suárez, J. (1998) - 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.

Zavala, B. & Vílchez, M. (2005) - Zonas críticas por peligros geológicos en la región Huánuco. Informe técnico. Reporte preliminar, 39 p.

Zavala, B. & Vílchez, M. (2006) - Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco. INGEMMET, *Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 34, 174 p