

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7635

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LOS AA.HHS. LAS PALMERAS Y CAMPO SANTO, Y CANAL VÍA LAS LOMAS

Departamento: Piura

Provincia: Piura

Distrito: Las Lomas



**JUNIO
2025**

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LOS AA.HH. LAS PALMERAS Y CAMPO SANTO, Y CANAL VÍA LAS LOMAS

(Distrito Las Lomas, Provincia Piura, Departamento Piura)



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

Equipo técnico:

Cristhian Chiroque Herrera

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). *Evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos en los AA.HHs. Las Palmeras y Campo Santo, y Canal vía Las Lomas*. (Distrito Las Lomas, provincia y departamento Piura). Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7635, 45 p.

ÍNDICE

DEFINICIONES	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad	8
1.3.3. Población	8
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	9
2.1. Unidades litoestratigráficas	10
2.1.1. Superunidad Las Lomas (Ks-II1-di, Ks-II1-gd, Ks-II1-mg)	10
2.1.2. Depósitos Cuaternarios	11
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	11
3.3. Unidades geomorfológicas	15
3.3.1. Geoformas se carácter tectónico degradacional y erosional	15
3.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	16
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	18
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	18
4.1.1. Flujo de detritos en el AA.HH. Las Palmeras	19
4.2. Peligros geohidrológicos en el AA.HH. Campo Santo y Canal Vía	21
4.2.1. Inundación fluvial en el AA.HH. Campo Santo	21
4.2.2. Inundación fluvial en el Canal Vía	22
4.3. Factores desencadenantes	24
4.3.1. Lluvias intensas	24
4.4. Daños por peligros geológicos	26
4.4.1. Viviendas	26
4.4.2. Vías de acceso	26
5. CONCLUSIONES	27
6. RECOMENDACIONES	28
7. BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXO 1: MAPAS	31
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	36

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos en los AA.HH. Las Palmeras, Campo Santo y Canal Vía Las Lomas, jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Las Lomas, provincia y departamento Piura. Con este trabajo el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada en geología, en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Desde el punto de vista Geológico, las viviendas de los AA.HH. Campo Santo y Las Palmeras se asientan sobre depósitos aluviales medianamente compactos modelados por las quebradas y cursos de agua superficial (Quebrada Campo Santo y Canal Vía), , de poco espesor y constituidos por arenas limosas con gravas. Los depósitos aluviales descritos, se encuentran cubriendo rocas intrusivas conformadas por dioritas, granodioritas y gabrodioritas de la SuperUnidad Las Lomas, que abarcan el mayor porcentaje del distrito de Las Lomas. Estos afloramientos se encuentran intensamente fracturados y muy meteorizados expuestos a las características climáticas de la zona.

Las geoformas de mayor predominancia corresponden a colinas y lomadas en rocas intrusivas (RCL-ri) con pendientes suavemente inclinadas, que limitan con llanuras o planicies inundables (PI-i), las viviendas del AA.HH. Campo Santo y El Canal Vía Las Lomas se distribuyen entre ambas geoformas. Al este, se observan colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs) con pendientes moderadas, que limitan un piedemonte aluvio torrencial (P-at) modelado por flujos de detritos que afectan al AA.HH. Las Palmeras.

Entre febrero y abril del 2023, se registraron lluvias intensas, que superaron promedios diarios de 22.5 mm con máximas de hasta 159 mm; los acumulados mensuales llegaron hasta 712 mm durante el mes de marzo. El incremento del caudal del Canal Vía Las Lomas y las quebradas circundantes como la quebrada Las Palmeras se activaron por flujos de detritos e inundaciones.

Se concluye que, el AA.HH. Campo Santo y Canal Vía tiene **Peligro Alto** por inundaciones. Mientras que, el AA.HH. Las Palmeras tiene **Peligro Alto** por flujos de detritos ante eventos meteorológicos anómalos como El Niño u otro tipo (como el Ciclón Yaku).

Finalmente, se describen las recomendaciones generales con el objetivo de mitigar el impacto de los peligros evaluados, estas medidas deben implementarse con el apoyo de autoridades locales y regionales.

Se recomienda la implementación, mejora y rehabilitación de los muros y/o gaviones existentes, además de implementar el drenaje pluvial en las áreas urbanas afectadas por inundaciones. Se deben realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR) ante los peligros evaluados.

DEFINICIONES

En el presente glosario se describen los términos establecidos en la “Guía para la evaluación de amenazas” elaborada como parte del Proyecto Multinacional Andino – Movimientos en masa en la Región Andina GEMA, del PMA:

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

BUZAMIENTO (dip) Angulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.

CÁRCAVA Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

EROSIÓN (erosión) Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

FLUJO DE DETRITOS (debris flow) sin.: huayco (Pe), avenida torrencial (Co, Ve), flujo torrencial (Co, Ve). Flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce empinado. Este tipo de evento se distingue también porque el agua del cauce se incorpora al cuerpo del flujo de detritos, incrementando su contenido de agua. Además, el confinamiento lateral ayuda a mantener la profundidad del flujo, facilitando un cierto tipo de ordenamiento de las partículas sólidas y el desarrollo de oleaje.

GRAVA (gravel) Grano de un suelo cuyo tamaño o diámetro medio está entre 2,0 mm (o 4,76 mm) a 150 mm (Lambe, 1981).

METEORIZACIÓN (weathering). 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.

SUELO (soil) En el contexto de este glosario, las definiciones que se dan corresponden a aquellas desde el punto de vista de la ingeniería y por ello en ocasiones se suele denominar como suelo geotécnico o suelo para ingeniería, para diferenciarlo de la definición de suelo desde el punto de vista agrológico o de la edafología.

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.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) como el “Servicio de asistencia en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, 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 de la Municipalidad Distrital de Las Lomas, según Oficio N° 008-2024-MDLL-A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa de tipo “flujo de detritos”; además de, peligros geohidrológicos como inundaciones fluviales, ocurridos durante el mes de marzo del 2017 (Niño Costero) y entre febrero-marzo del 2023 (Ciclón Yacu) que afectó viviendas, cultivos y vías de comunicación en las áreas urbanas de los AA.HH. Campo Santo y Las Palmeras, además de viviendas ubicadas en ambas márgenes del Canal Vía Las Lomas.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó al ingeniero Cristhian Chiroque Herrera para realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica de los peligros geológicos que afectan el área urbana e infraestructura vital.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Las Lomas, Gobierno Regional de Piura, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER-Piura) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, 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.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se desarrollan en los AA.HH. Campo Santo y Las Palmeras y El Canal Vía Las Lomas, procesos geodinámicos que pueden comprometer la seguridad física de la población, viviendas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET relacionados a temas de geología y geodinámica externa de los cuales destacan los siguientes:

- A) Informe A6787: “Peligros geológicos y geohidrológicos detonados por el Niño Costero 2017 en la región Piura. Este estudio se actualizó el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa del departamento de Piura, mediante la superposición de capas o mapas de factores condicionantes como la litología y las pendientes, mediante un geoprocésamiento en GIS, se generó un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100 000 (figura 1). Los sectores evaluados tienen una susceptibilidad alta por inundaciones y media alta por movimientos en masa tipo flujos de detritos y lodos que se activan en quebradas.
- A) Boletín N° 39, serie A, Carta Geológica Nacional: Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca 9-c, 9-d, 10-c, 10-d, 10-e, 11-c, 11-d, 11-e, 12-d, 12-e (Reyes & Caldas, 1987). Se describe la geología a escala 1: 100,000. La zona de estudio se ubica al norte del cuadrángulo de Morropón (Hoja 11d), donde afloran cuarcitas gris oscuras intercaladas con filitas, además de pizarras negras en contacto con afloramientos de calizas oscuras nodulosas y areniscas del Grupo Salas.
- B) Mapa geológico del cuadrángulo de Las Lomas 10c1 (Jaimes et al., 2016). Este mapa a escala 1: 50, 000, describe las principales unidades intrusivas (litodémicas) conformadas por granodioritas, gabrodioritas que se emplazan en cuerpos y franjas de oeste a este. Las áreas urbanas en gran parte, se asientan sobre depósitos aluviales conformados por gravas, arenas, limos y conglomerados de composición polimíctica.

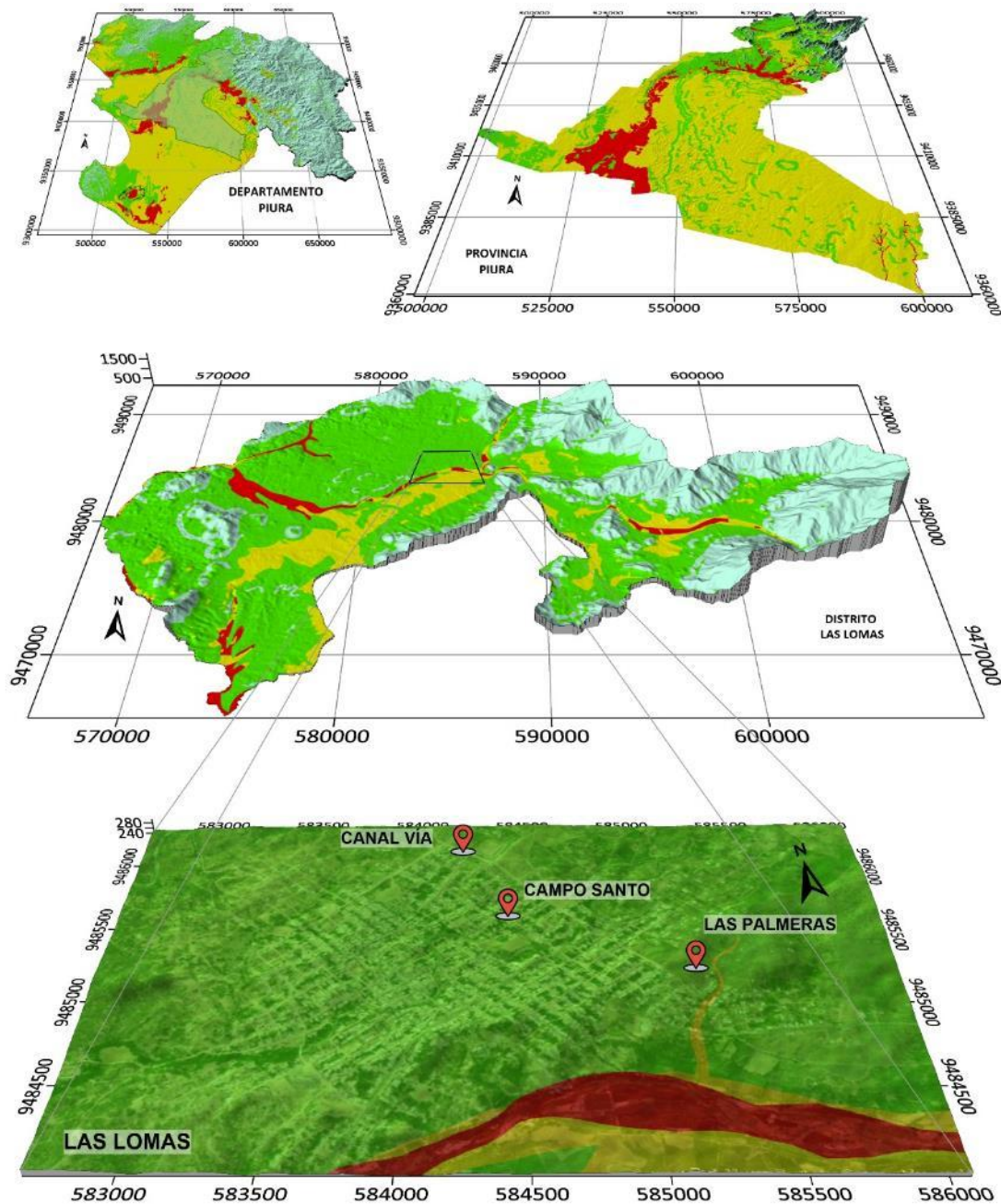


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100 000 de la zona de evaluación (Vílchez et al., 2017).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Los sectores evaluados como los AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo y el Canal Vía Las Lomas se ubican en los alrededores del distrito de Las Lomas, provincia y departamento Piura (figura 2), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) siguientes:

Cuadro 01. Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 17L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	583842	9486458	4° 38' 44.405" S	80° 14' 38.717" W
2	585485	9486458	4° 38' 44.348" S	80° 13' 45.392" W
3	585485	9484760	4° 39' 39.643" S	80° 13' 45.332" W
4	583842	9484760	4° 39' 39.701" S	80° 14' 38.658" W
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
AA.HH. Las Palmeras	585253	9485490	4° 39' 32.097" S	80° 13' 52.870" W
AA.HH. Campo Santo	584052	9411745	4° 39' 15.921" S	80° 14' 31.867" W
Canal Vía Las Lomas	584456	9487031	4° 38' 25.714" S	80° 14' 18.797" W

1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona se realizó vía terrestre desde la ciudad de Piura mediante la siguiente ruta:

Cuadro 02. Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Piura – Tambogrande	Asfaltada	54	1 h 10 min
Tambogrande – Las Lomas	Asfaltada	32.5	40 min

1.3.3. Población

Según el Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígena, el centro poblado Las Lomas tiene una población total de 9646 personas, con aproximadamente 4299 viviendas (INEI, 2017):

DEPARTAMENTO DE PIURA									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
2001	PROVINCIA PIURA			799 321	393 592	405 729	226 887	209 937	16 950
200111	DISTRITO LAS LOMAS			26 947	13 716	13 231	10 270	8 641	1 629
0001	LAS LOMAS	Chala	257	9 646	4 746	4 900	4 299	3 161	1 138

1/ Comprende viviendas con personas presentes, viviendas con personas ausentes y viviendas de uso ocasional.

2/ Centro poblado con población solamente en viviendas colectivas.

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Cuadro 02. Población y viviendas del centro poblado Las Lomas (INEI, 2017).

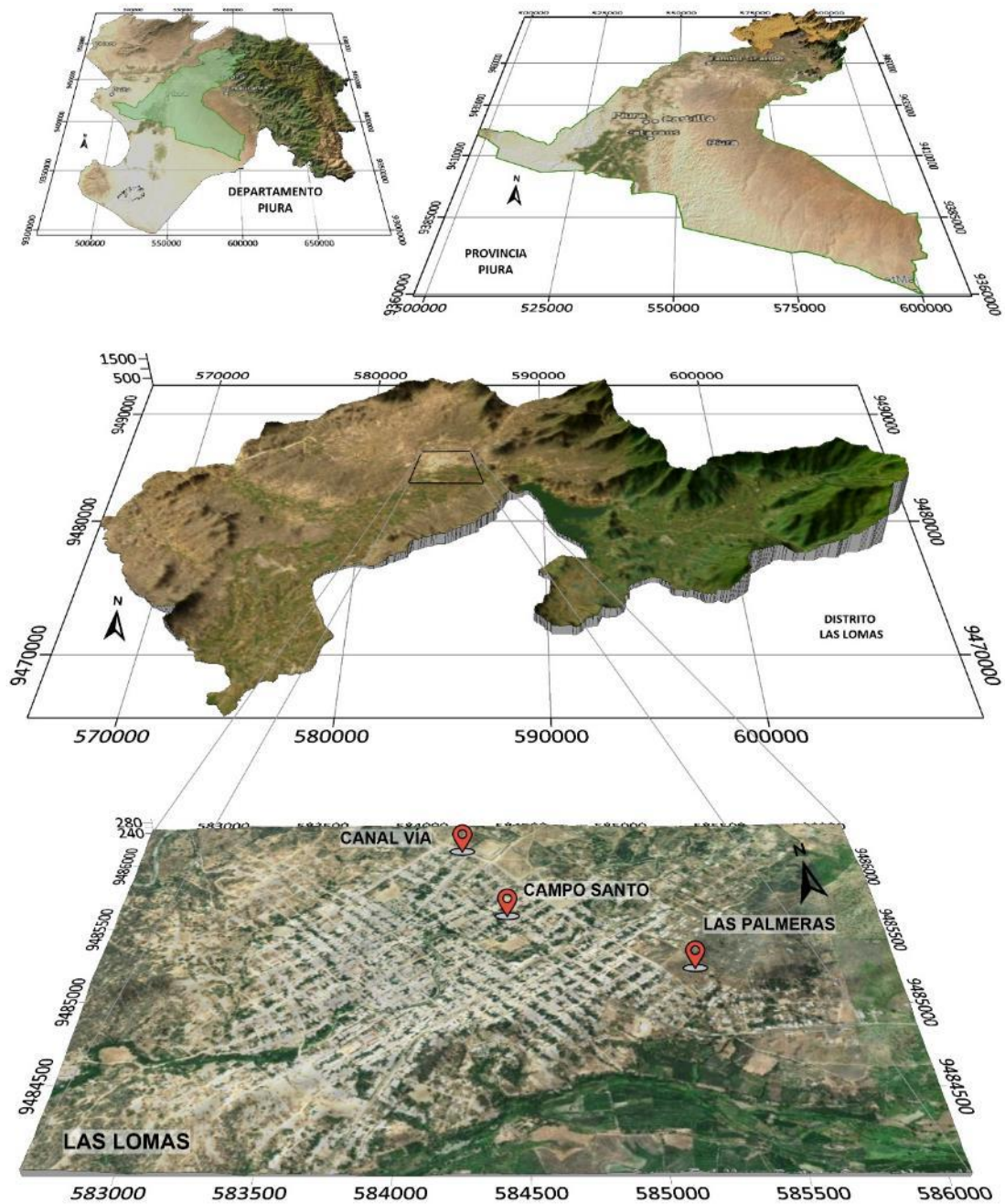


Figura 2. Ubicación de las áreas de estudio.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se desarrolló en base al cuadrángulo geológico de Las Lomas hoja 10c1, a escala 1:50 000 (Jaimes et al., 2016). Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo (Anexo Mapa 1).

En las inmediaciones de las áreas evaluadas afloran rocas intrusivas y sedimentarias como granitos, dioritas y monzogranitos; además de basaltos, brechas volcánicas y lutitas. Estos afloramientos se distribuyen al oeste y este del área urbana de Las Lomas, donde predominan depósitos aluviales limitados por depósitos fluviales producto de la dinámica y evolución del río Las Lomas.

2.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se describen las características litológicas locales de los afloramientos en la zona de estudio:

2.1.1. Superunidad Las Lomas (Ks-II1-di, Ks-II1-gd, Ks-II1-mg)

Son cuerpos de rocas ígneas intrusivas conformadas por dioritas de grano medio, contiene plagioclasa, cuarzo y anfíboles lo que brinda un aspecto blanquecino a gris a las áreas evaluadas. Estos afloramientos se ubican en las inmediaciones del centro poblado Las Lomas de sur a norte, encontrándose rocas medianamente fracturadas y altamente meteorizadas (figura 3).



Figura 3. Afloramientos de dioritas al norte del sector Campo Santo.

Hacia el este de la zona de evaluación, se observan afloramientos conformados por granodioritas (Ks-II1-gd) con presencia de plagioclasas y cuarzo. La roca se encuentra altamente meteorizada medianamente fracturadas (figura 4).



Figura 4. Afloramientos de granodioritas a este y norte de Las Lomas.

Hacia el oeste del distrito de Las Lomas, se han identificado monzogranitos (Ks-II1-mg) de grano grueso con plagioclasas. Este tipo de rocas, tienen condiciones geomecánicas muy desfavorables, encontrándose medianamente fracturadas y con meteorización esferoidal, originando bloques de formas redondeadas (figura 5).



Figura 5. Bloques de monzogranitos en las inmediaciones del AA.HH. Las Palmeras, muestra meteorización esferoidal.

2.1.2. Depósitos Cuaternarios

Depósitos aluviales (Q-al)

Son acumulaciones sucesivas y alternadas de materiales de origen aluvial, conformada por arenas y gravas transportadas por corrientes de ríos a grandes distancias en el fondo de los valles y distribuidos en forma de terrazas y planicies de inundación. Este tipo de depósitos se encuentran compactos y son afectados por erosión ante incrementos de caudales en temporada de lluvias extraordinaria (figura 6).

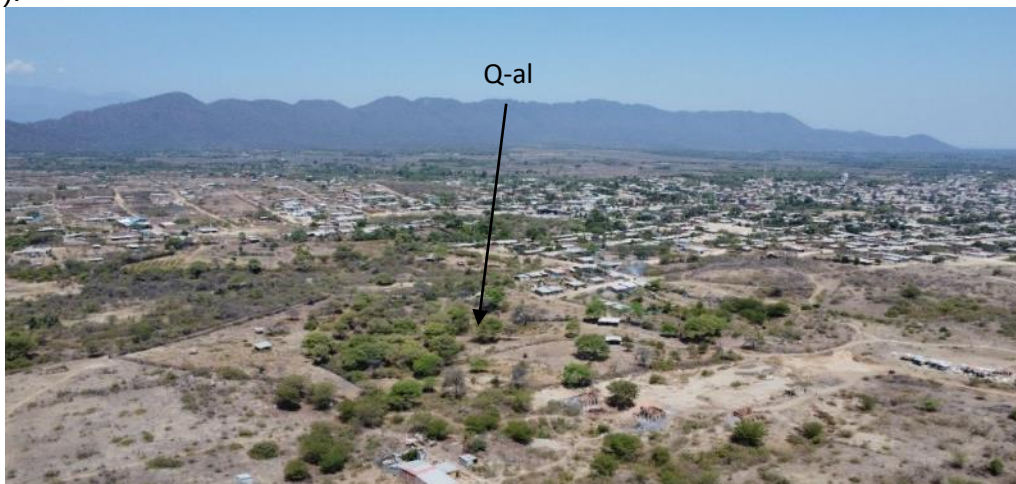


Figura 6. Depósitos aluviales en las inmediaciones del Canal Vía Las Lomas.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis de la geomorfología, la brigada de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) realizó el levantamiento fotogramétrico con drones, de donde se obtuvo el modelo digital de terreno con una resolución (GSD) de 5 cm por pixel. Esta información se complementó con el análisis de imágenes satelitales y el análisis de la morfometría del relieve en los trabajos de campo.

3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

El AA.HH. Las Palmeras se distribuye sobre un relieve con elevaciones entre 235 m y 270 m s.n.m.; mientras que, el área urbana del AA.HH. Campo Santo se asienta sobre superficies con elevaciones entre 240 y 265 m s.n.m. Las máximas elevaciones se ubican al este y norte con superficies que sobrepasan los 500 m de altitud. Las áreas urbanas de ambos Asentamiento Humanos se ubican en piedemontes y abanicos proluviales (figura 7).

3.2. Pendientes del terreno

En la etapa de campo se delimitó el área de intervención del AA.HH. Las Palmeras que abarcó 17 ha, del análisis del mapa de pendientes se determinó que:

- Relieves con pendientes llanas a suavemente inclinadas ($<5^\circ$) constituidas por llanuras de inundación y cauce de quebrada, equivale un 36% y representa un área de 6.2 ha.
- Relieves con pendientes moderadas (5° - 15°) distribuidas en abanicos de piedemonte, representa un área del 56%, equivale un área de 9.7 ha.
- Terrenos con pendientes fuertes a muy escarpadas (15° - 90°), constituido por montañas ubicadas en los alrededores del sector evaluado, que equivale a un 8% del área y representa 1.4 ha (figuras 7 y 8).

En el AA.HH. Campo Santo se determinó que,

- Relieves con pendientes llanas a suavemente inclinadas ($<5^\circ$) constituidas por llanuras de inundación y cauce de quebradas intermitentes, representa un área de 74% equivalente a 22.2 ha.
- Terrenos de pendientes moderadas (5° - 15°), distribuidas en abanicos de piedemonte, representa el 25% del área, equivale a 7.4 ha.
- Laderas con pendientes fuertes a muy escarpadas (15° - 90°) de colinas ubicadas en los alrededores del sector evaluado, equivale un área de 2%, representa un área de 0.5 ha (figuras 7 y 8).

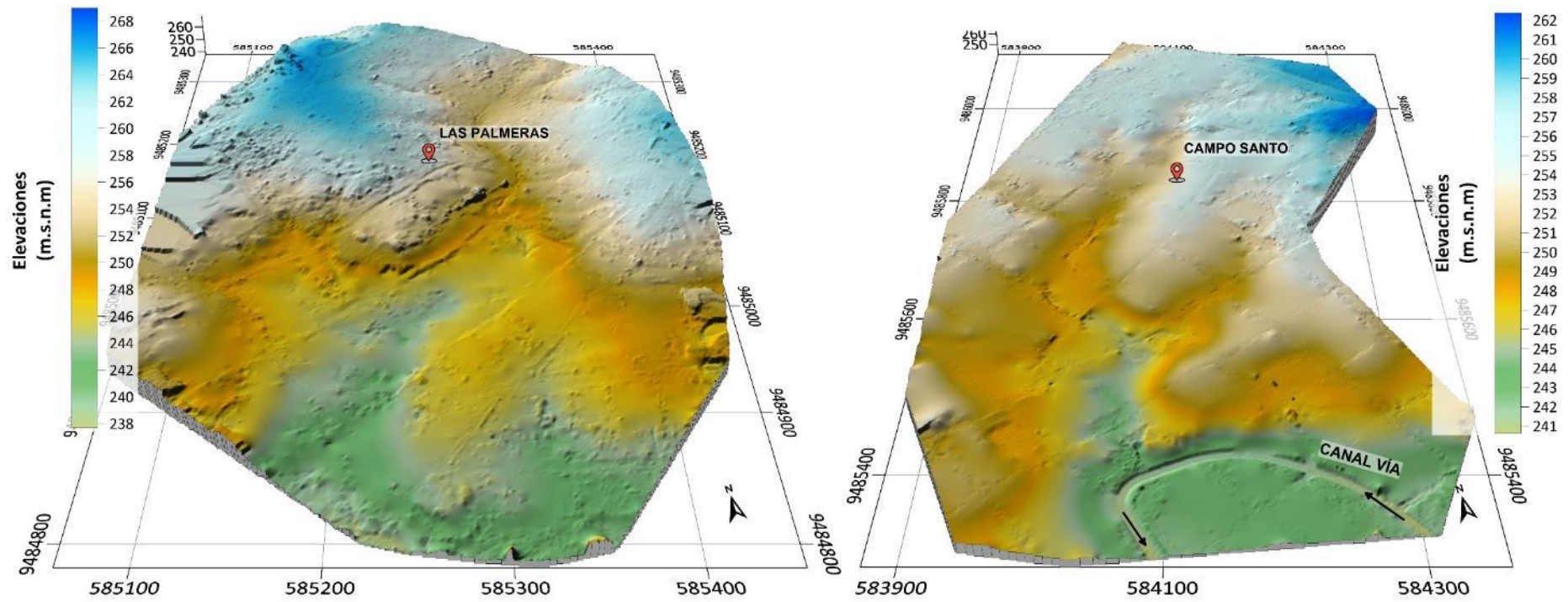


Figura 7. Modelo digital de elevaciones de los AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo.

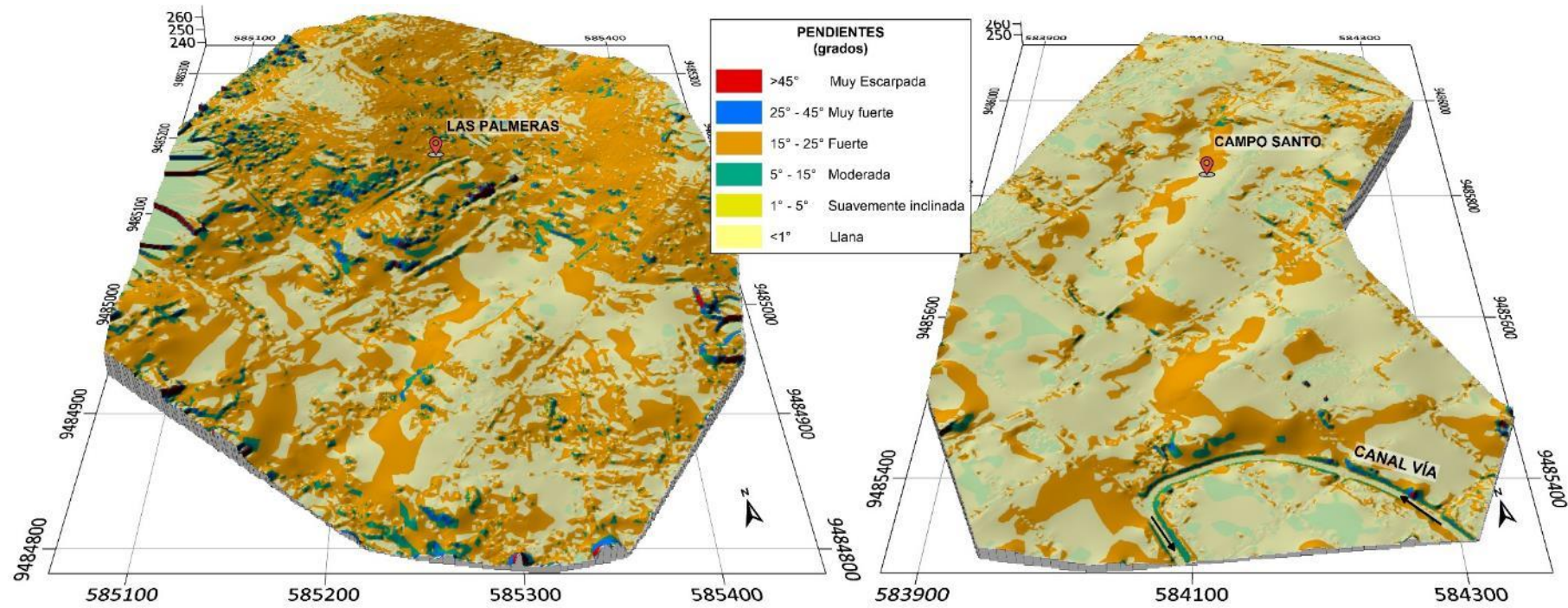


Figura 8. Pendientes de los AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo.

3.3. Unidades geomorfológicas

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, el área estudiada se ubica en la Cordillera Occidental del Perú, la cual se encuentra disectada por varios cursos de ríos y quebradas, entre los principales se tienen a los ríos Chira, Piura y Huancabamba. (Vílchez et al., 2013). La zona de evaluación abarca el curso del río Las Lomas, el canal Vía y las quebradas intermitentes que se activan en temporada de lluvias limitadas por, colinas y lomadas en rocas intrusivas, piedemontes y abanicos aluviales.

3.3.1. 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 contruidos por procesos exógenos agradacionales. Estos procesos conducen a la modificación parcial del relieve, a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

3.3.1.1. Unidad de colinas y lomadas

Están representadas por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección, de menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local) y con inclinación de laderas promedio superior a 16% (FAO, 1968).

Subunidad de colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri): Esta geoforma están conformadas por rocas intrusivas, se ubican al este del AA.HH. Las Palmeras (figura 9)., están expuestas a procesos de erosión, se encuentran disectados por quebradas por donde se generan flujos de lodos o detritos.

Subunidad de colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs): Estas geoformas están conformadas por rocas elevaciones que no superan los 100 m de altitud, tiene forma onduladas y suave. Se distribuyen en las inmediaciones del AA.HH. Las Palmeras, las colinas y lomadas están expuestas a procesos de erosión y se encuentran parcialmente cubiertas de materiales detríticos (figura 10).



Figura 9. Colinas y lomadas al este del AA.HH. Las Palmeras.



Figura 10. Colinas y lomadas al oeste del AA.HH. Las Palmeras.

3.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores aquí se tiene:

3.3.2.1. **Unidad de piedemonte**

Acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos pueden ocupar grandes extensiones. Se tienen las siguientes subunidades:

Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio torrencial (P-at): Esta geoforma es el resultado de la acumulación de materiales movilizados a manera de flujos de detritos (huaicos), modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y quebradas. En ambos caseríos se han identificado este tipo de geoformas que se activan en temporada de lluvias intensas y extraordinarias, generando flujos de detritos y lodos que afectan viviendas, cultivos y vías de acceso (figura 11).



Figura 11. Vertiente o piedemonte aluvio torrencial donde se ubica el AA.HH. Campo Santo.

3.3.2.2. Unidad de planicie

Son relieves asociados a la acumulación de depósitos coluviales y aluviales, limitados por depósitos de piedemonte o ladera de montaña, caracterizados por presentar pendientes bajas a llanas.

Subunidad de cauce de río (R): Está unidad corresponde al cauce y lecho de la quebrada principal de la zona de estudio y que es la principal recolectora del drenaje fluvial. La quebrada Las Lomas (Canal Vía) ingresa a la capital del distrito de norte a sur hasta confluir al río Las Lomas, los materiales que transporta están conformados por cantos, gravas y arenas gruesas recorriendo un total de 2.5 km dentro del área de evaluación (figura 12).



Figura 12. Cauce del río Las Lomas, denominado como Canal Vía al entrar al área urbana del distrito.

3.3.2.3. Unidad de planicie inundable

Son geoformas asociadas a depósitos coluviales y aluviales, limitados por depósitos de piedemonte o ladera de montaña, caracterizados por presentar pendientes bajas a llanas.

Subunidad de planicie inundable (PI-i): Está unidad se distribuye en zonas adyacentes al cauce de las quebradas y ríos principales de las zonas de estudio. El río Las Lomas es el principal recolector de la zona de estudio y se desplaza de sur a norte y de sureste a noroeste, los materiales que transporta están conformados por cantos, gravas y arenas gruesas modelando llanuras de inundación (figuras 13 y 14).



Figura 13. Planicie inundable en el AA.HH. Campo Santo.



Figura 14. Planicie inundable en el AA.HH. Campo Santo.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los principales peligros geológicos identificados en los AA.HH. Campo Santo y Las Palmeras y el Canal Vía Las Lomas, corresponden a movimientos en masa de tipo flujos de detritos y peligros geohidrológicos como inundaciones fluviales (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, condicionado por afloramientos de rocas incompetentes, sedimentos poco consolidados y susceptibles a la generación de movimientos en masa (Anexo 1: Mapa 3).

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos,

hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica) actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Estos procesos de remoción de laderas están condicionados por factores intrínsecos, como son la geometría del relieve, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelo, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Por otro lado, los principales “desencadenantes” son las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

Los AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo y el sector Canal Vía Las Lomas tienen ocurrencias de flujos de detritos e inundaciones de tipo fluviales, desencadenadas por lluvias extraordinarias. A continuación, se describen los peligros geológicos y geohidrológicos en los sectores evaluados:

4.1.1 Flujo de detritos en el AA.HH. Las Palmeras

El área urbana del AA. HH. Las Palmeras, se asienta sobre una piedemonte o abanico aluvial con quebradas que se activan en temporada de lluvias, transportando materiales detríticos, se cartografiaron depósitos de flujos antiguos.

Ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias, estas quebradas presentan reactivaciones debido al volumen de materiales detríticos depositados en el cauce de estas, al sobresaturarse erosionan, transportan y generan flujos.

Características visuales de los eventos

En el AA.HH. Las Palmeras se identificó 01 quebrada que descienden de norte a sur desde la parte alta del cerro Las Palmeras hasta el área urbana para finalmente llegar al río Las Lomas (figura 15).

Los flujos de detritos tienen las siguientes características:

- Forma de los flujos: Cono.
- Área estimada: 2.5 ha
- Altura o espesor de flujo: 0.10 – 0.50 m.
- Volumen aproximado: 8 320 m³.
- Tamaño de material: Bloques (10%), bolonería (15%), grava (20%), arena (40%), limo y arcilla (5%).
- Flujo de material: canalizado en cauce de quebrada.
- Distancia recorrida: 1.2 km.
- Obstrucción de vía: 15 m.



Figura 15. Cauce de la quebrada Las Palmeras con un ancho de 7 m.

La activación de quebradas originó la erosión en badenes, trochas carrozables y calles, el tirante de agua llegó a 50 cm. Las calles fueron cubiertas por capas detríticas de arena y lodo con espesores de hasta 10 cm (figuras 16 y 17).



Figura 16. Cauce de la quebrada hacia la desembocadura al río Las Lomas.



Figura 17. Quebrada seca que se activa por flujo en temporada de lluvias.

4.2. Peligros geohidrológicos en el AA.HH. Campo Santo y Canal Vía

El AA.HH. Campo Santo y El Canal Vías Las Lomas se evaluaron peligros geohidrológicos representados por inundaciones activadas ante lluvias extraordinarias como las observadas en el Niño Costero y durante el Ciclón Yacu.

4.2.1. Inundación fluvial en el AA.HH. Campo Santo

Las inundaciones fluviales son una de las amenazas naturales más comunes, y provocan impactos más desastrosos y persistentes en todo el mundo que las inundaciones costeras y pluviales (IPCC, 2012).

Características visuales de los eventos

Los cauces de ríos y quebradas son geoformas cuyo origen y evolución abarca una gran variedad de procesos fluviales, entre los que se destacan la erosión, transporte y depositación de sedimentos que dan forma y modelan llanuras y terrazas aluviales y/o fluviales.

- Localización de la zona: Área urbana del distrito Las Lomas (figuras 18 y 19).
- Longitud (m): 560.
- Ancho (m): 10 – 25.
- Ambas márgenes: Si.
- Uso del terreno: Urbano



Figura 18. Cauce de la quebrada en la parte alta del distrito de Las Lomas.



Figura 19. Quebrada Las Lomas con ancho de 25 m.

El tramo más crítico alcanza los 320 m de largo, abarca terrenos de cultivos y vía afirmada donde se perdió entre 10 m a 50 m de ancho de la terraza, conformada por materiales medianamente consolidados y muy erosionables.

4.2.2. Inundación fluvial en el Canal Vía

Características visuales de los eventos

El cauce de la quebrada Las Lomas es el resultado de los procesos de dinámica fluvial conformados por erosión, transporte y depositación de sedimentos que dan forma y modelan llanuras de inundación que fueron ocupadas por viviendas (figura 20).



Figura 20. Viviendas ubicadas dentro del cauce de la quebrada.

La dinámica fluvial está relacionada a las características meteorológicas presentes en las cuencas que interactúan en los ríos y quebradas afluentes en la zona de evaluación. A continuación, se describen las características del evento (figura 21):

- Localización de la zona: área urbana de Las Lomas.
- Longitud (m): 670.
- Ancho (m): 50 – 142.
- Ambas márgenes: margen izquierda.
- Uso del terreno: terrenos de cultivos.



Figura 21. Viviendas inundadas durante la temporada de lluvias.

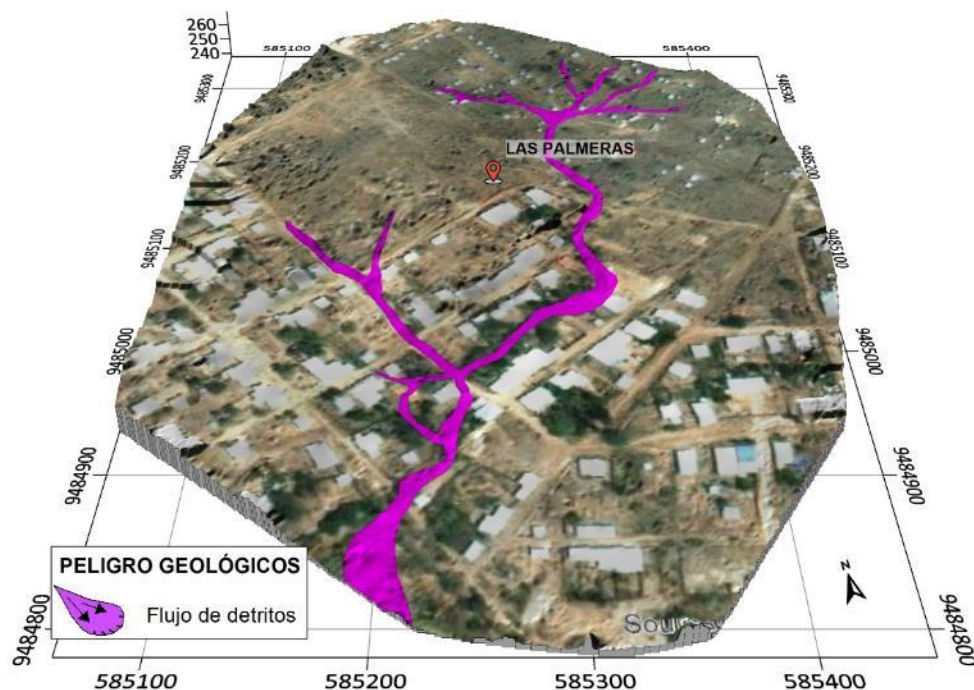


Figura 22. Peligros geológicos AA.HH. Las Palmeras.

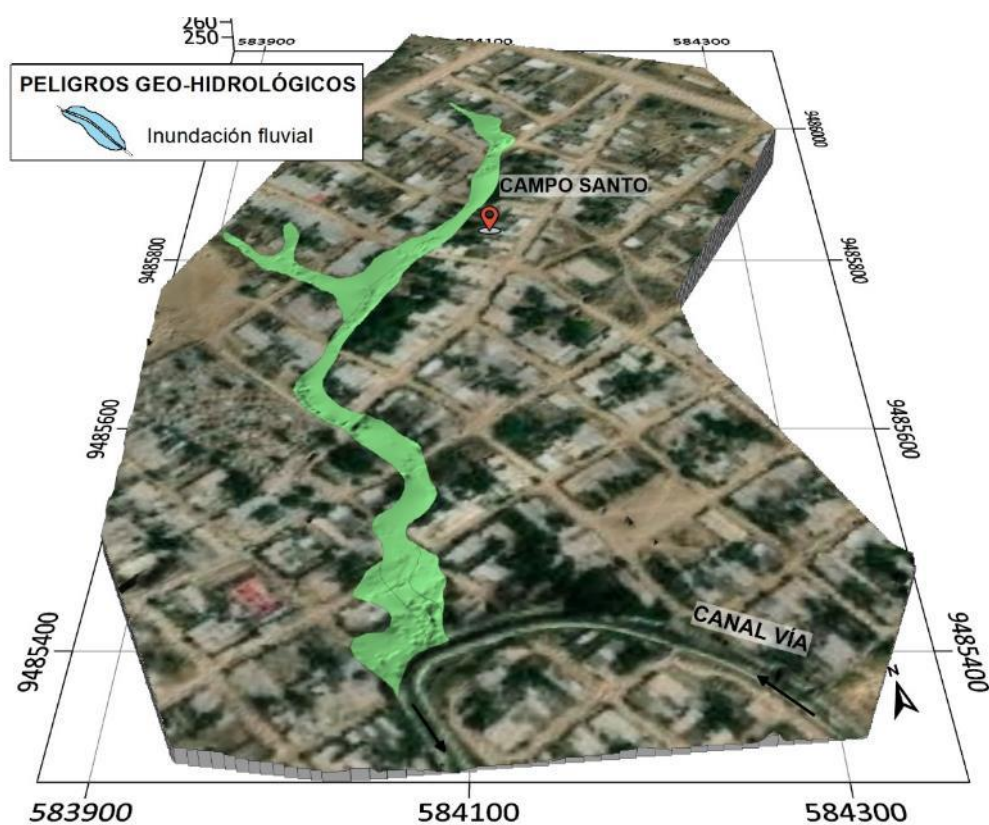


Figura 23. Peligros geo-hidrológicos AA.HH. Campo Santo.

4.3. Factores desencadenantes

4.3.1. Lluvias intensas

Se recopiló la información de las estaciones meteorológicas próximas al área de estudio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Para el análisis de crecidas de ríos, se deben analizar las precipitaciones ocurridas en las cuencas

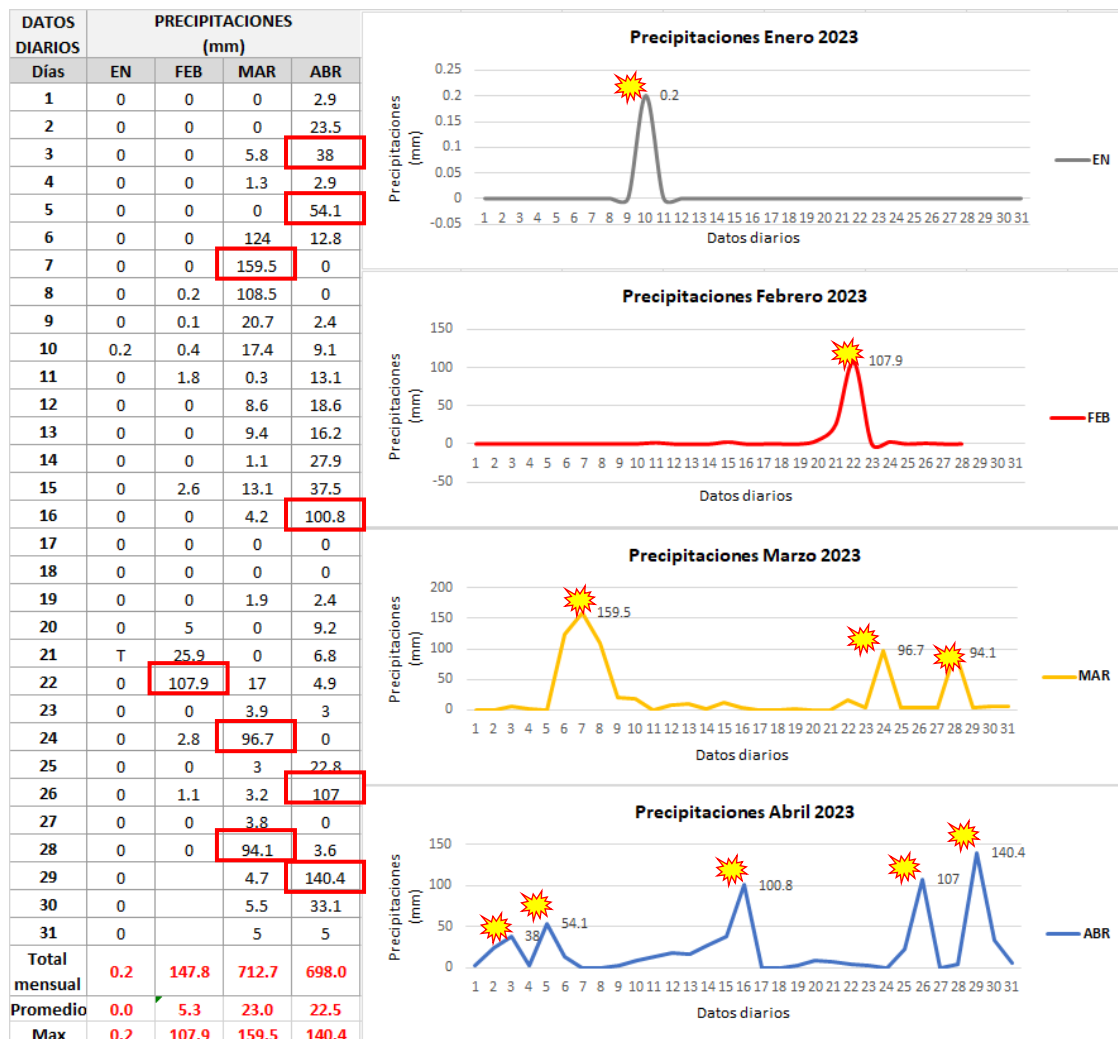
donde nacen los ríos o quebradas a ser evaluadas. Se analizó la estación meteorológica ubicada en el distrito de Las Lomas.

Cuadro 03. Ubicación de la estación hidrológica en el distrito de Las Lomas.

Estación: PARTIDOR					
Departamento:	PIURA	Provincia:	PIURA	Distrito:	LAS LOMAS
Latitud:	4°43'55.09" S	Longitud:	80°16'47.36" W	Altitud:	280 m s.n.m.
Tipo:	CO - Meteorológica			Código:	104084

Entre los meses de enero a abril del 2023 se registraron lluvias intensas, superaron los 23 mm en promedio diarios con máximas de hasta 159 mm; los acumulados mensuales llegaron a 107.9 mm (febrero), 159.5 mm (marzo) y 140.4 (abril).

Los flujos de detritos e inundaciones en el AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo, y Canal Vía Las Lomas fueron reportados entre febrero y abril, los principales daños se registraron entre marzo y abril. Los datos de precipitación indican que, el 22 de febrero se alcanzó un total de 107 mm; mientras que, en el mes de marzo se observaron hasta 3 días pico de máxima precipitación (7, 24 y 28mm). Finalmente, en abril se registraron hasta 5 días pico con un mínimo diario de 38 mm y 140mm (Cuadro 04).



Cuadro 04. Precipitaciones registradas entre enero y abril del 2023.

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

4.4. Daños por peligros geológicos

En la zona de evaluación se han producido los siguientes daños:

4.4.1. Viviendas

La inundación fluvial alcanzó tirantes menores a 50 cm, afectando viviendas principalmente del AA.HH. Campo Santo y Las Lomas, según reporta INDECI Las Lomas fueron afectadas un total de 20 viviendas (figura 24).

4.4.2. Vías de acceso

En el AA.HH. Las Palmeras, las calles por donde discurren los flujos de detritos que se activan en temporada de lluvias se interrumpe en varios tramos por las quebradas Las Palmeras y Las Lomas. En total se tienen 45 m de vía asfaltada afectada por flujos de detritos (figura 25).



Figura 24. Vivienda afectada por inundación en el AA.HH. Las Palmeras.



Figura 25. Calles por donde discurren los flujos de detritos, en el AA.HH. Las Palmeras.

5. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica obtenida en la evaluación de peligros geológicos en los AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo, y Vía Canal, se emiten las siguientes conclusiones;

- a) En las inmediaciones del AA.HH. Campo Santo y el Canal Vía, afloran dioritas y granodioritas cubiertas por depósitos aluviales enmarcados en cauces y cursos de agua. Mientras que, en el AA.HH. Las Palmeras afloramientos monzogranitos muy meteorizados y fracturados de La Superunidad Las Lomas. Los afloramientos descritos, constituyen la fuente de materiales detríticos transportados hasta los cursos de agua como quebradas y piedemontes formando depósitos aluviales.
- b) Geomorfológicamente, los AA.HH. Las Palmeras y Campo Santo se ubican en colinas y lomas labradas en rocas intrusivas, configurando relieves ondulados con pendientes moderadas, formando una vertiente aluvio torrencial, estas zonas son modeladas por escorrentía y flujos temporada de lluvias intensas o extraordinarias.
- c) En el AA.HH. Las Palmeras se identificó una quebrada seca que se activa por flujo de detritos, los depósitos llegan espesores promedio de 10 cm a 50 cm; condicionados por coberturas detríticas aluviales que se transportan por escorrentía hasta la quebrada que cruza el área urbana donde se han asentado varias viviendas próximas al cauce.
- d) El AA.HH. Campo Santo es afectado por inundaciones de tipo fluvial. La quebrada Las Lomas ingresa de norte a sur hacia el área urbana, el cauce y los relieves en ambas márgenes tienen desniveles inferiores a 1.5 m, el incremento del caudal causa desbordes. Existen varias viviendas que se ubican dentro el cauce de la quebrada.
- e) El factor desencadenante de las inundaciones y flujos de detritos fueron las precipitaciones intensas y prolongadas ocurridas entre febrero a abril del 2023. Las lluvias presentaron picos máximos mensuales de 107, 159 y 140 mm. Según los registros de SENAMHI, en el mes de marzo 2023 alcanzó el máximo mensual con 712.7 mm, siguiendo abril con 698 mm y febrero con 147.8 mm.
- f) Los parámetros de precipitación (máximos diarios) establecidos en los eventos evaluados deben ser considerados como umbrales de peligro inminente en futuros escenarios de riesgo.
- g) Tomando en cuenta los peligros geológicos y geo-hidrológicos descritos y las condiciones geológicas y geomorfológicas, se considera que el área urbana del AAHH. Las Palmeras tienen **Peligro Alto** por flujos de detritos y **Peligro Alto** por inundaciones procesos desencadenados por lluvias extraordinarias.

6. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a la población e infraestructura expuesta a los peligros antes mencionados

AA.HH. Las Palmeras

- a) Restringir la construcción de nuevas viviendas próximas a la quebrada afectada por flujos de detritos.
- b) Implementar infraestructura de drenaje pluvial como drenes, canal de derivación en la quebrada por donde pasa el flujo de detritos identificado.
- c) Construir muros de contención, canales y drenes en las quebradas, además de defensas ribereñas en las zonas afectadas por flujos de detritos, tomando en cuenta estudios de ingeniería definitiva.
- d) Como medida inmediata (peródica), debe realizarse la limpieza, descolmatación y protección de los cauces expuestos a los peligros descritos.
- e) Tomar en cuenta los peligros geológicos identificados y las geoformas susceptibles a flujos, con el objetivo de planificar la expansión urbana a futuro.
- f) Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos, para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de peligro alto.
- g) Realizar estudios de Evaluación de Riesgo de Desastres (EVAR) para estimar el nivel de riesgo frente a los peligros geológicos identificados.

A.HH. Campo Santo y Canal Vía

- a) Restringir la construcción de nuevas viviendas en las inmediaciones de la quebrada, respetando la franja marginal de la misma tratando de recuperar el ancho original con la evacuación gradual de viviendas.
- b) Implementar infraestructura de drenaje fluvial y pluvial, complementada con defensas ribereñas hacia la margen izquierda de la quebrada, estas medidas deben tener estudios de ingeniería definitiva.
- c) Replantear, rehabilitar o reconstruir los muros de concreto existentes elevando la altura a 1 m por sobre el nivel actual, con la finalidad de proteger las viviendas ubicadas en ambas márgenes de las quebradas identificadas.
- d) Recuperar las franjas marginales de las quebradas identificadas con la finalidad de establecer zonas de impacto ante la ocurrencia de flujos de detritos.
- e) Tomar en cuenta los peligros geohidrológicos identificados y las geoformas susceptibles a inundación.
- f) Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos, para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de alto peligro.

- g) Realizar estudios de Evaluación de Riesgo de Desastres (EVAR) para estimar el nivel de riesgo frente a los peligros geológicos y geohidrológicos identificados.

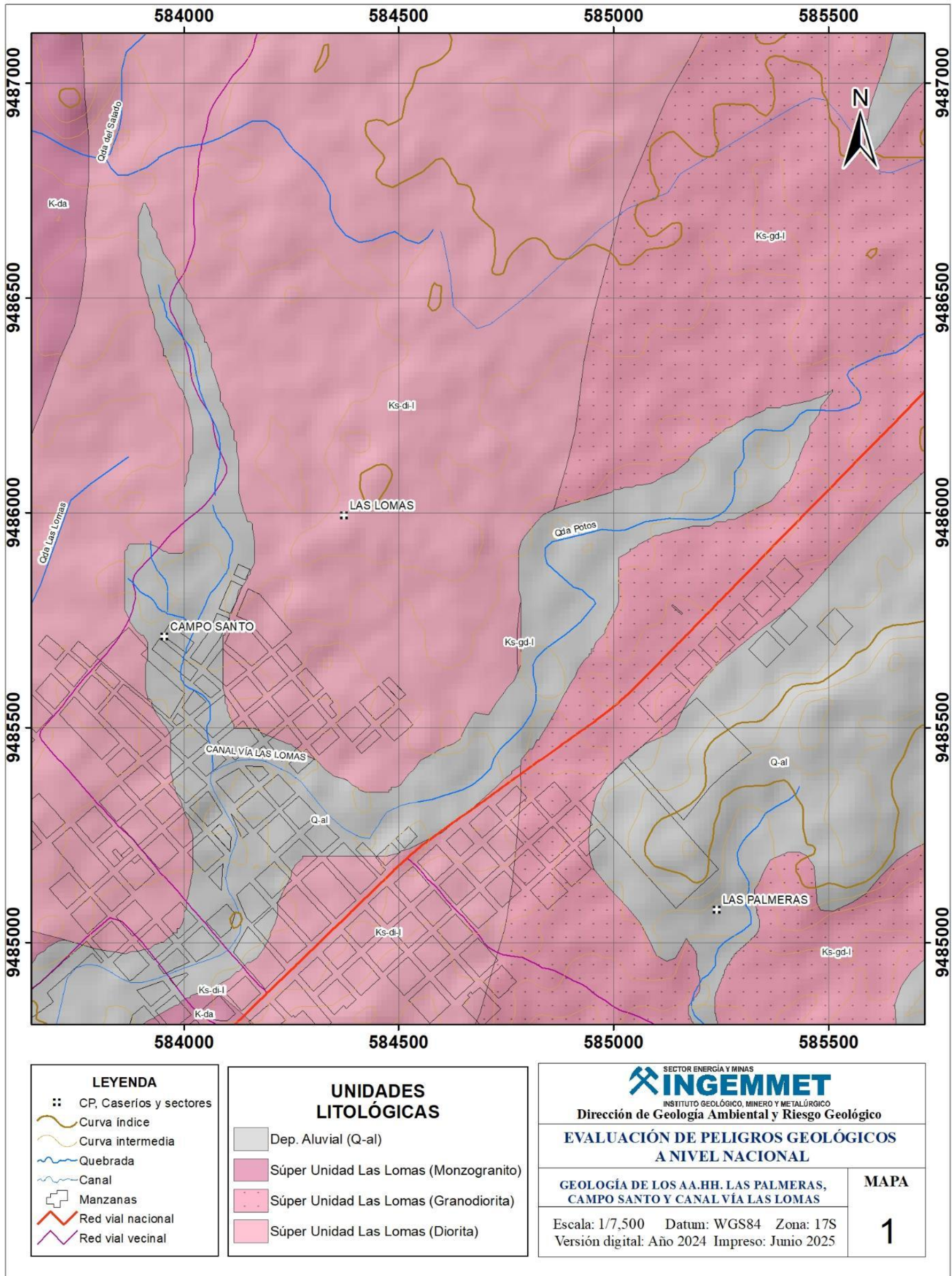

Ing. GILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET


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

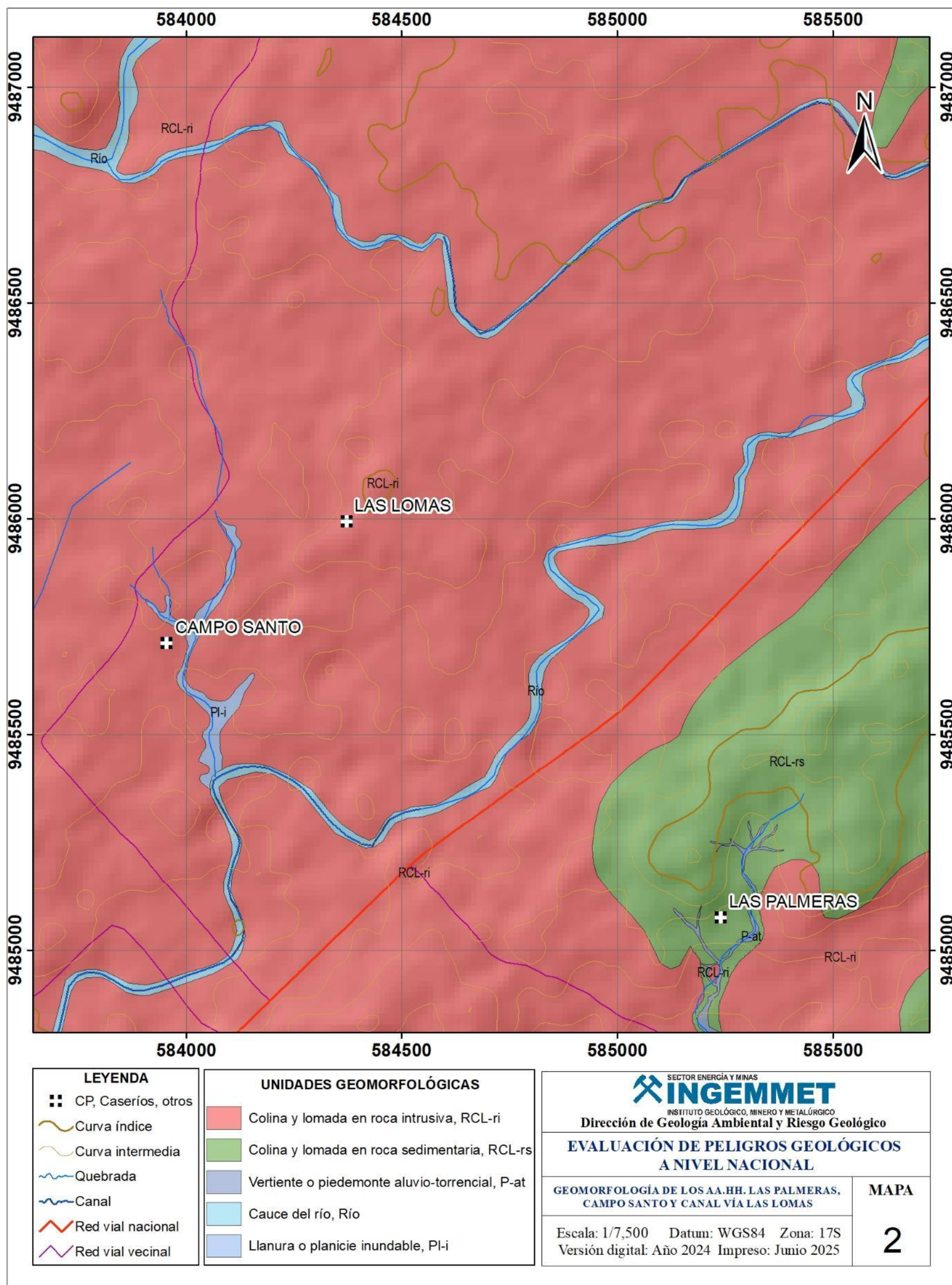
7. BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, J. S. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACION.
- Jaimes, Concha, Coaquira, Chapillequen (2016). Geología del cuadrángulo de Morropón 11d4. INGEMMET.
- 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.
- Reyes, L. & Caldas, J. (1987). Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca 13-d, 13-e, 13-f, 14-d, 14-e, 14-f, 14-g, 15-d, 15-e. INGEMMET, Boletín A N° 39].
- Vílchez, M. Ochoa, M. & Pari, W. (2019), Boletín N°69, Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica, Peligro Geológico en la región Huancavelica. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 219p.
- Vílchez, Sosa, Jaimes, Mamani, Cerpa, Martínez (2017). Peligros geológicos y geo-hidrológicos detonados por el Niño Costero 2017 en la región Piura.
- Vílchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013) - Riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.
- Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos Y Zonificación de Tierras. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 183 p.

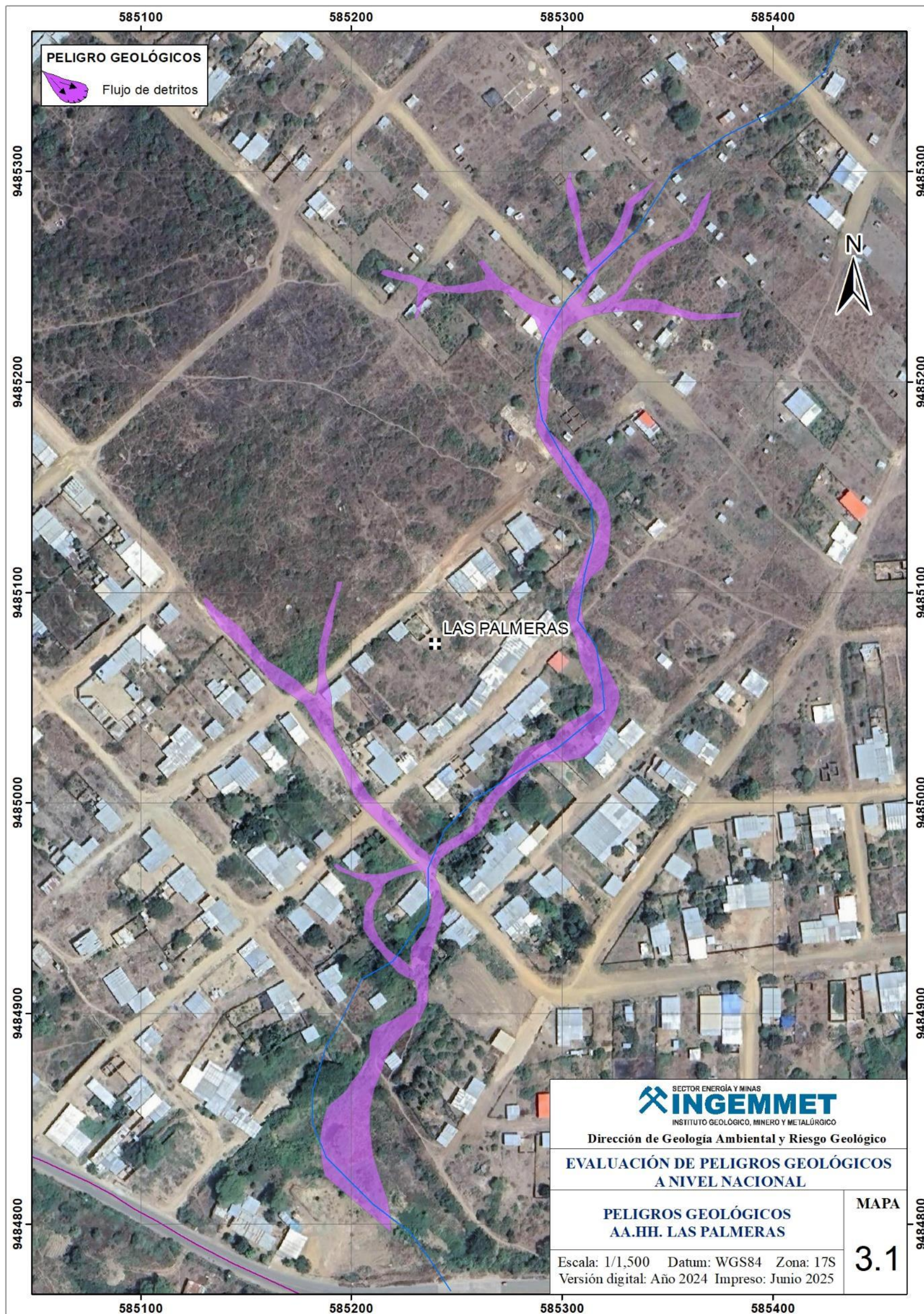
ANEXO 1: MAPAS



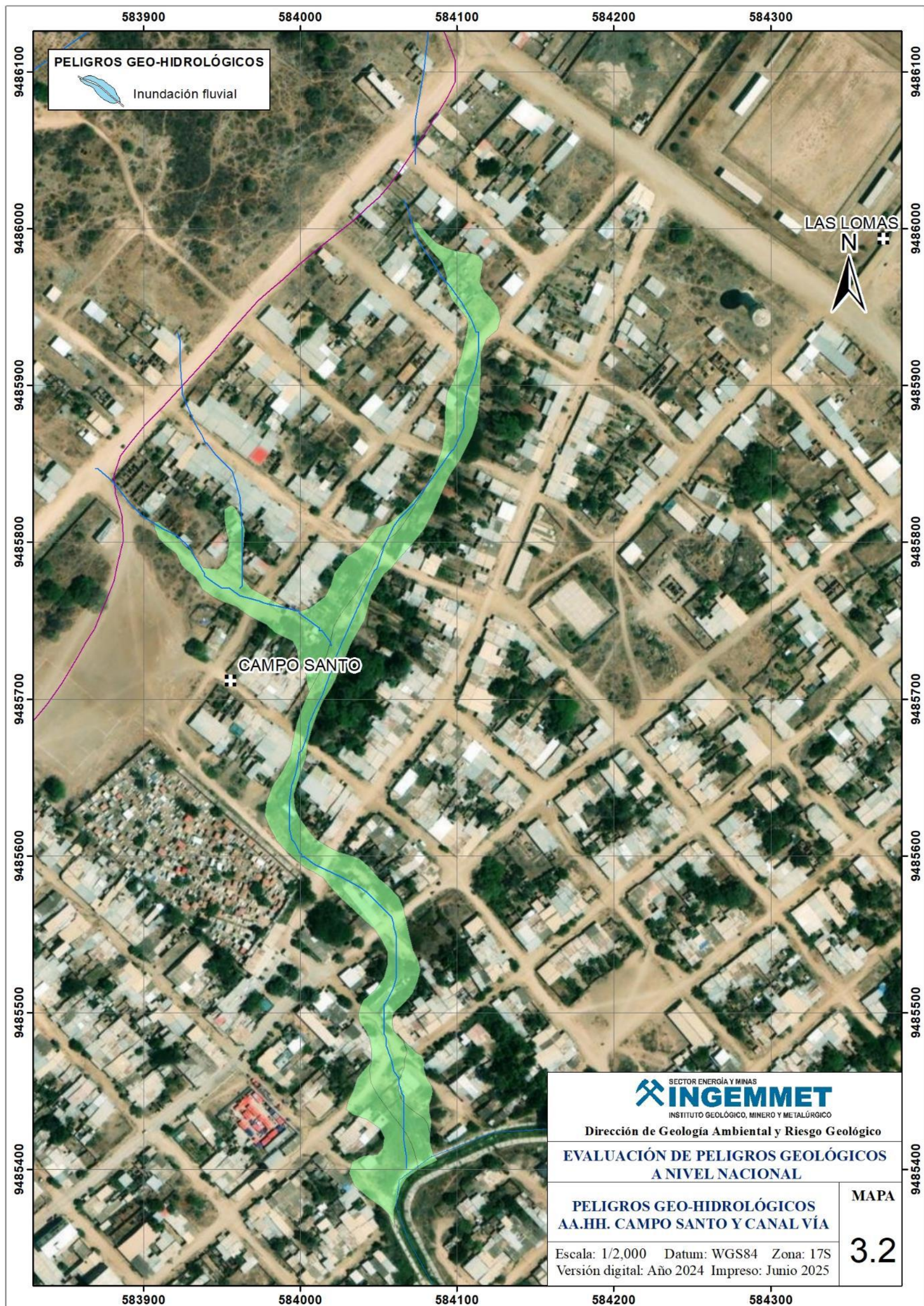
Mapa 1. Unidades litológicas en los sectores evaluados.



Mapa 2. Unidades geomorfológicas en los sectores evaluados.



Mapa 3.1. Peligros geológicos en el AA.HH. Las Palmeras.



Mapa 3.2. Peligros geo-hidrológicos en el AA.HH. Campo Santo y Canal Vía Las Lomas.

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Alternativas de prevención y mitigación

Sistemas de defensa ribereña

Las medidas que se proponen están orientadas a minimizar (mitigar) los procesos de erosión en la margen izquierda del río Corrales, producto de la socavación de la base del talud de la terraza. Para la protección a nivel de cauce, se recomienda la construcción de gaviones o enrocado, por su fácil construcción, las cuales resultan más económicas que las que emplean soluciones rígidas o semirrígida (relación vida útil vs Costo total favorable). Para el control físico del avance de la erosión se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las obras de defensa ribereña que cabe destacar son: los gaviones, enrocados y muros, como se muestra en las figuras 26 y 27.

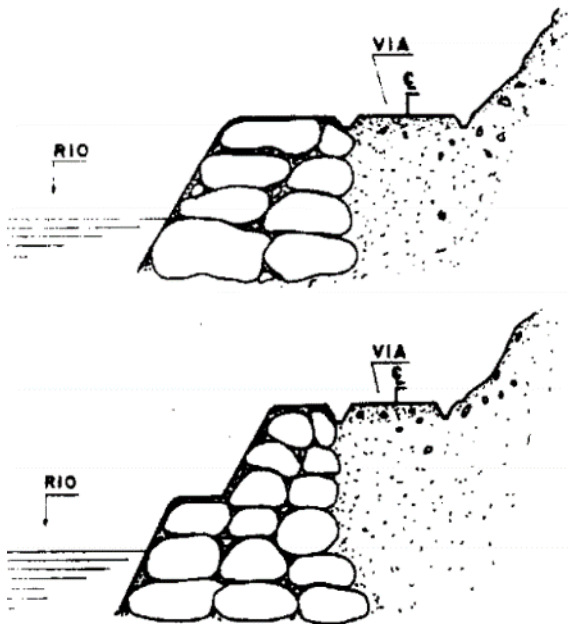


Figura 26. Uso de enrocados para protección de riberas.



Figura 27. Defensas ribereñas gaviones de rocas. Cliente: Asociación Pataz (ONG Minera Poderosa)

Muros de contención

El propósito de una estructura de contención es el resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento. En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de

anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Las deformaciones excesivas o movimientos de la estructura de contención o del suelo a su alrededor deben evitarse para garantizar su estabilidad (Díaz, 1998).

Tipos de Estructura

Existen varios tipos generales de estructura, y cada una de ellas tiene un sistema diferente de transmitir las cargas.

Muros masivos rígidos

Son estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes sin romperse. Se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas de contención (figura 28).

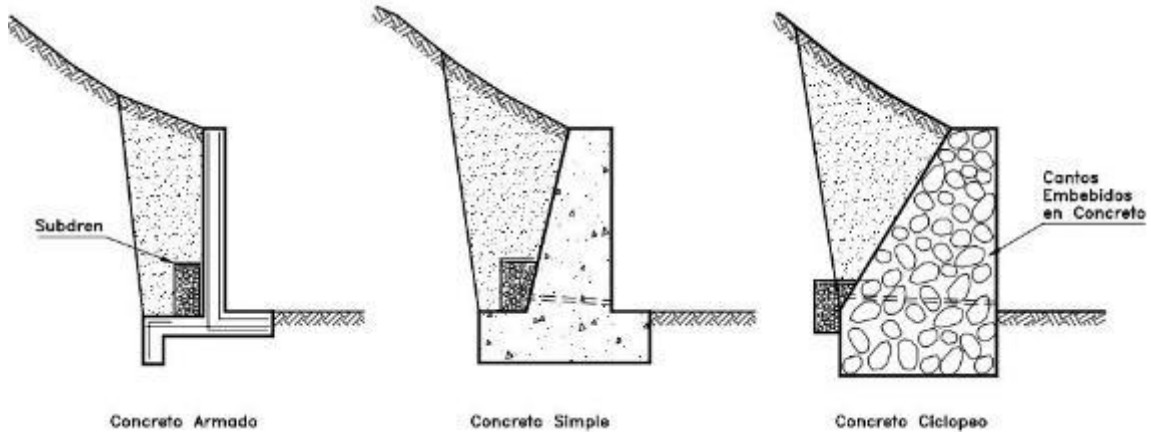


Figura 28. Esquema de muros rígidos (Díaz, 1998).

Ventajas y desventajas de los diversos tipos de muro rígido.

Muro	Ventajas	Desventajas
Reforzado	Los muros de concreto armado pueden emplearse en alturas grandes (superiores a diez metros), previo su diseño estructural y estabilidad. Se utilizan métodos convencionales de construcción, en los cuales la mayoría de los maestros de construcción tienen experiencia.	Requieren de buen piso de cimentación. Son antieconómicos en alturas muy grandes y requieren de formaletas especiales. Su poco peso los hace inefectivos en muchos casos de estabilización de deslizamientos de masas grandes de suelo.
Concreto simple	Relativamente simples de construir y mantener, pueden construirse en curvas y en diferentes formas para propósitos arquitectónicos y pueden colocarse enchapes para su apariencia exterior.	Se requiere una muy buena fundación y no permite deformaciones importantes, se necesitan cantidades grandes de concreto y un tiempo de curado, antes de que puedan trabajar efectivamente. Generalmente son antieconómicos para alturas de más de tres metros.
Concreto ciclópeo	Similares a los de concreto simple. Utilizan bloques o cantos de roca como material embebido, disminuyendo los volúmenes de concreto.	El concreto ciclópeo (cantos de roca y concreto) no puede soportar esfuerzos de flexión grandes.