

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6905

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

Región Lima
Provincia Lima
Distrito Punta Hermosa
Paraje Punta Hermosa



JULIO
2019

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. GENERALIDADES.....	3
2.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	3
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	5
3.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL.....	5
3.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL	7
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
4.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	9
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	14
5.1. FLUJOS	14
5.2. ARENAMIENTO.....	16
6. FLUJOS DE DETRITOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA.....	16
6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAICOS)	17
7. ARENAMIENTOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA.....	22
8. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LA ZONA EVALUADA.....	26
8.1. MITIGACIÓN DE PELIGROS POR FLUJOS.....	26
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

(Distrito Punta Hermosa, provincia Lima, departamento Lima)

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus distintas funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología; que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudiera 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 y reportes 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 a nivel nacional.

La Municipalidad distrital de Punta Hermosa, a través de la Gerencia de Administración Tributaria, mediante Oficio N° 007-2019-GAT/MDPH de fecha 28 de febrero, solicitó al Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) la elaboración de un informe técnico que determine si existe riesgo geológico en el límite territorial este del distrito de Punta Hermosa y otros.

El INDECI mediante Oficio N° 1563-2019-INDECI/10.1 de fecha 03 de abril, solicitó al INGEMMET la elaboración de dicho informe técnico, por ser la institución competente en temas de peligros geológicos a nivel nacional.

Para realizar esta evaluación de peligros geológicos, el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso una brigada especializada en peligros geológicos para que evalúe las zonas afectadas. La brigada estuvo conformada por los profesionales Griselda Luque y Julio Lara para realizar la inspección técnica en el distrito mencionado, los trabajos de campo se realizaron los días 8 y 9 de mayo 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), cartografiado y redacción del informe técnico.

El informe resultado de esta evaluación, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), 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.

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Realizar la evaluación geológica-geodinámica en el distrito de Punta Hermosa, a fin de determinar si existe riesgo geológico en el límite territorial este del distrito.

1.2. ESTUDIOS ANTERIORES

Los estudios ejecutados con anterioridad que tratan aspectos señalados en el presente informe son:

- **“Estudio geotécnico de futuras áreas de expansión urbana entre Lima y Cañete”** (INGEMMET, 1992). En este informe se realizaron los siguientes estudios:
 - a) Factores fisiográficos y geológicos
 - b) Riesgos geológicos y climatológicos,
 - c) Uso de rocas industriales y áridos.
 - d) Condiciones constructivas de los terrenos,
 - e) Factores geomecánicos de los terrenos
 - f) Áreas para la depositación de residuos sólidos.

- **“Zonas críticas por peligros geológicos en Lima Metropolitana”** (Núñez & Vásquez, 2009). El informe técnico menciona como zona crítica la zona costera del distrito de Punta Hermosa, específicamente las playas Rincón y Jahuay. En estos sectores se evidencia la erosión marina que afecta espigones, vías de acceso y zonas urbanas cerca de la línea de playa. Se recomienda la construcción de espigones, mejorar los taludes de las autopistas y carreteras cercanas a la playa.

- **“Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa”** (Castro, 2014). Identificó cinco peligros de origen natural que podrían afectar a la población de Punta Hermosa como son: el sismo, tsunami, erosión marina, peligro de inundación por activación de quebradas secas y erosión de laderas. Además, generó información de la realidad física actualizada mediante el levantamiento de información de cada una de las viviendas del área urbana y creó una base de datos SIG, útil para la gestión de riesgos y la planificación del desarrollo del distrito. Finalmente, elaboró los planos de vulnerabilidad física, de peligros naturales y/o antrópicos y el plano final de nivel de riesgo en el área urbana del distrito de Punta Hermosa.

2. GENERALIDADES

2.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El distrito de Punta Hermosa, se encuentra situado en la parte central de la provincia y departamento de Lima, a la altura de los kilómetros 42 al 46 de la antigua Panamericana Sur. Limita por el norte con el distrito de Lurín, por el sur, con el distrito de Punta Negra, por el este con el distrito de Santo Domingo de Olleros (provincia de Huarochirí) y por el oeste con el Océano Pacífico, figura 1. Entre las coordenadas UTM (WGS84) X:301394 E; Y: 8635394 N, a una altitud de 14 m s.n.m.

El acceso al distrito de Punta Hermosa, desde la ciudad de Lima, es por medio de la carretera Panamericana Sur, por un tiempo estimado de 1 hora, a través de 51.4 km aproximadamente.

Ruta	Vía	Kilómetros	Tiempo estimado
Lima-Punta Hermosa (carretera Panamericana Sur)	Terrestre	51.4	1 h

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El distrito de Punta Hermosa está situado en el piso altitudinal entre 0 m s.n.m. a 500 m s.n.m. Está limitado por el norte por la quebrada Lúcumo y por el sur por la quebrada Río Seco.

La zona de estudio presenta un clima semicálido, la temperatura media mínima anual es de 16 °C en el mes de agosto, y la media máxima de 27 °C en febrero.

La menor cantidad de lluvia ocurre en marzo, donde el promedio de este mes es 0 mm y en julio, la precipitación alcanza su pico más alto, con un promedio de 3 mm.

La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es de 3 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 7.7 °C (SENAMHI, 2019).

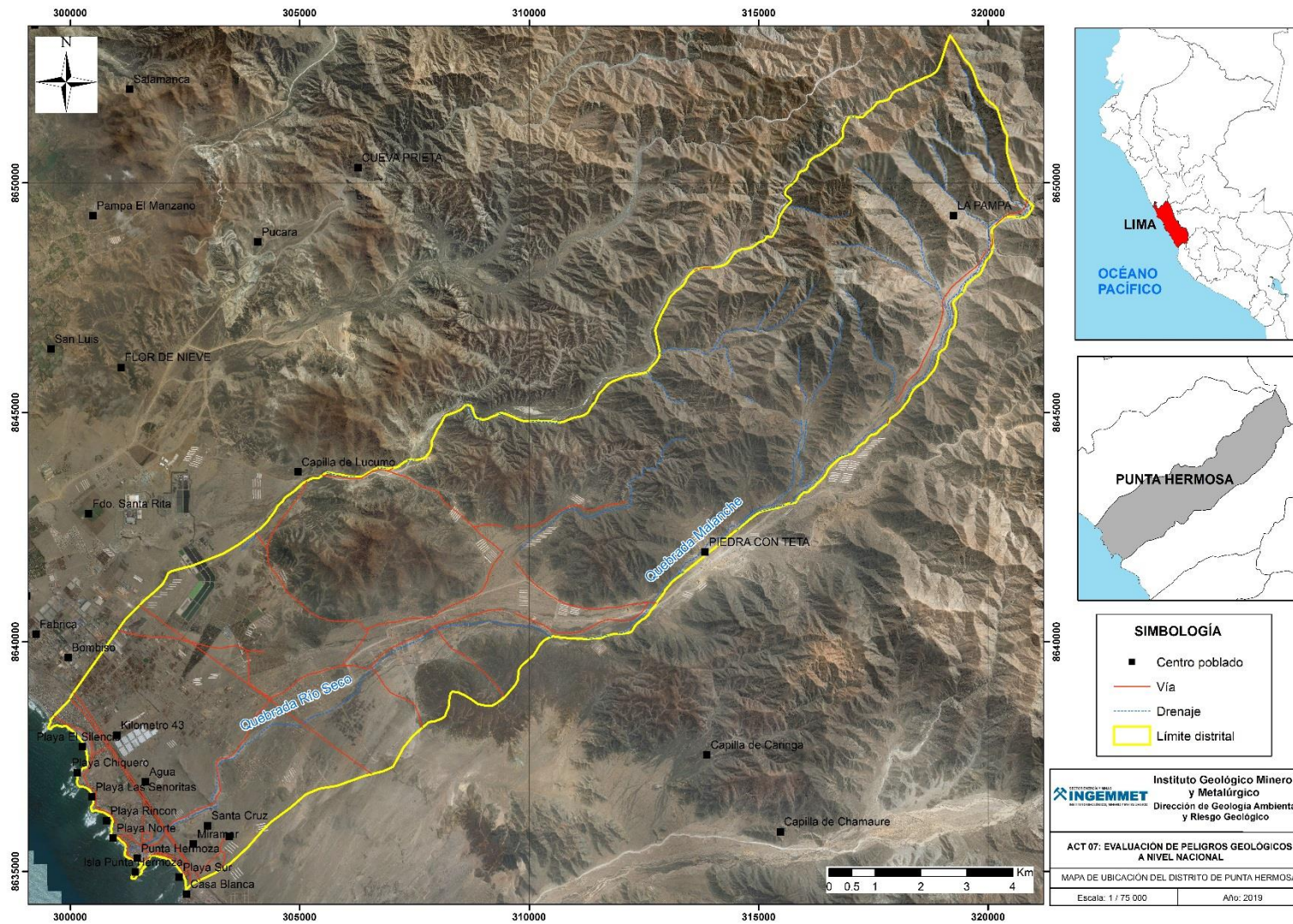


Figura 1. Ubicación del distrito de Punta Hermosa

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el distrito de Punta Hermosa, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en función a su altura relativa y en relación a la erosión, denudación y sedimentación o acumulación. Se agrupan en cuatro tipos generales: 1) montañas, 2) colinas, 3) piedemontes y 4) planicies. Ver cuadro 1.

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

Cuadro 1

Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)
	Montaña en roca volcánica (RM-rv)
Colinas y lomadas	Colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri)
	Colina y lomada en roca volcánica (RCL-rv)
	Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (RCL-rvs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Sub unidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)
Planicie	Llanura o planicie aluvial (PI-al)
	Terraza marina (T-m)

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 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 morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, lomadas y vertientes, llanuras y terrazas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

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, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semi redondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

Relieve de montañas en rocas intrusivas (RM-ri)

Corresponde a afloramientos de rocas intrusivas (fotografía 1), reducidos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente moderada a alta.

Se identificaron estas geoformas en ambas márgenes de la quebrada Malanche (cuenca alta).



Fotografía 1. Montañas en rocas intrusivas ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Malanche. Vista al noreste.

Relieve de montañas en rocas volcánicas (RM-rv)

Estas geoformas, litológicamente están formadas por rocas volcánicas. Se identificaron en la margen izquierda de la quebrada Malanche (parte media de la quebrada).

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 (inferior a 300 m desde el nivel de base local), cuyas laderas se inclinan en promedio con valores superiores a 16% de pendiente.

Relieve de colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri)

Corresponde a afloramientos de rocas intrusivas reducidos por procesos denudativos, conforman elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja.

Se identificaron estas geoformas en la margen derecha de la quebrada Malanche, en su parte media-alta.

Relieve de colinas y lomadas en roca volcánica (RCL-rv)

Esta forma de relieve, litológicamente está compuesta por rocas volcánicas reducidos por procesos denudativos. Se caracterizan por presentar laderas disectadas y de pendiente moderada a baja.

Se ubican en la parte baja-media de la quebrada Malanche, en ambas márgenes.

Relieve de colinas y lomadas en roca volcano-sedimentaria (RCL-rvs)

Corresponde a afloramientos de rocas volcano-sedimentarias reducidos por procesos denudativos, conforman elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja, fotografía 2.

Se identificaron estas geoformas en ambas márgenes de la quebrada Malanche (parte baja-media de la quebrada).



Fotografía 2. Colinas y lomadas en roca volcano-sedimentaria ubicadas en la margen derecha de la quebrada Malanche. Vista hacia el suroeste.

3.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas 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.

Unidad de piedemonte

Unidad genética correspondiente a una planicie inclinada con topografía de glacís, que se extiende al pie de sistemas montañosos y escarpes de altiplanicies, y que ha sido formada por la sedimentación de las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.

Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos (huaicos) y de lodo de tipo excepcional (fotografía 3). Tiene pendiente suave, menor a 5°.

Está compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limo-arenosa, transportados por la quebrada Malanche y depositados en forma de cono.



Fotografía 3. Piedemonte aluvio-torrencial formado por depósitos de flujos de detritos antiguos y recientes, diferenciados en el corte generado por la quebrada.

Unidad de planicie

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

Llanura o planicie aluvial (PI-al)

Son relieves ubicados en ambas márgenes de la quebrada Malanche (parte baja). Se caracterizan por ser terrenos planos (pendiente suave entre 1 y 5°) y de ancho variable. Sobre esta forma de relieve se encuentra asentada la zona urbana del distrito de Punta Hermosa.

Terraza marina (T-m)

Las terrazas marinas se forman debido a la combinación de dos factores: las variaciones del nivel del mar, y la subsidencia de la costa debido a procesos tectónicos. Morfológicamente en la zona, corresponde a una franja costera levemente inclinada hacia el mar y cubierta, en general, por depósitos marinos o eólicos.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló teniendo como base el Boletín N°43-Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica-Hojas: 24-i, 25-i, 24-j, 25-j (Palacios *et al*, 1992). En la zona de estudio afloran rocas intrusivas tipo tonalita-granodiorita (Super Unidad Tiabaya); tonalita-granodiorita (Super Unidad Santa Rosa); tonalita-granodiorita (Super Unidad Jecuán); rocas volcánicas (Formación Quilmaná); rocas volcano-sedimentarias (Formación Chilca), así como depósitos Cuaternarios (marinos y aluviales), figura 2. También se trabajó en base a la interpretación de imágenes de satélite y las observaciones realizadas en campo.

4.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas intrusivas, volcánicas, volcano-sedimentarias y depósitos Cuaternarios, Figura 2, diferenciándose las siguientes formaciones:

Super Unidad Jecuán

Corresponden a rocas intrusivas del Cretáceo tardío. Litológicamente se componen de tonalitas y granodioritas que afloran en la parte alta de la quebrada Malanche, en ambas márgenes. Describir grado de fracturamiento y meteorización.

Super Unidad Santa Rosa

Esta super unidad, está constituida por cuerpos tonalítico-dioríticos y tonalítico-granodioríticos, rocas intrusivas del Cretáceo tardío. Se identificaron este tipo de rocas en la margen derecha de la quebrada Malanche. Describir ídem.

Super Unidad Tiabaya

Rocas intrusivas del Cretáceo tardío. Litológicamente se componen de granodioritas y tonalitas que afloran en la parte alta de la quebrada Malanche, en ambas márgenes, fotografía 4. Describir ídem.

Formación Chilca

Se trata de secuencias volcano-sedimentarias del Cretáceo temprano, constituidas por derrames andesíticos, tobas líticas y vítricas con delgadas intercalaciones de brechas piroclásticas y areniscas volcánicas bien estratificadas, fotografía 5. Describir ídem.

Formación Quilmaná

Está compuesta por tobas cristalolíticas gris claras masivas muy fracturadas con fragmentos volcánicos y lavas andesíticas masivas poco estratificadas de textura porfírica con fenocristales de plagioclasa en una matriz microcristalina de color gris verdoso, con débil grado de metamorfismo, fotografía 6.



Fotografía 4. Afloramiento de granodioritas fracturadas de la Superunidad Tiabaya en el cerro Portillo Blanco, cabecera de la quebrada Cuesta Blanca, tributario de la margen izquierda de la quebrada Malanche, con vista al noroeste.



Fotografía 5. Andesitas muy fracturadas de la Formación Chilca ubicadas en la margen derecha de la quebrada Malanche, con vista al noroeste.



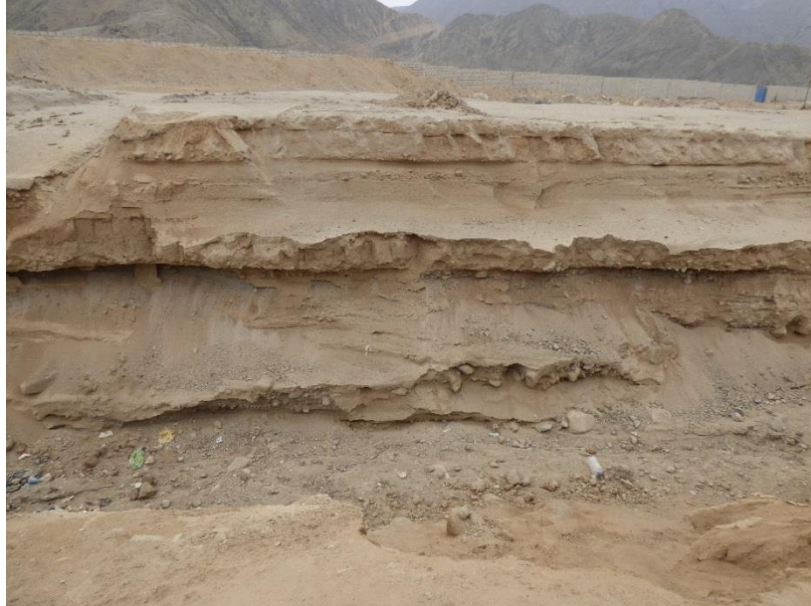
Fotografía 6. Afloramiento de lavas andesíticas pertenecientes a la Formación Quilmaná ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Malanche, vista al sureste

Depósitos marinos

Los depósitos marinos son del Holoceno. Están constituidos por arenas y gravas retrabajadas por la acción erosiva de las olas y distribuidos por las corrientes marinas.

Depósitos aluviales

Estos depósitos son del Holoceno. Están compuestos por gravas con matriz limo-arenosa intercalados con limos y arenas. Se encuentran distribuidos a lo largo de la quebrada Malanche, fotografía 7.



Fotografía 7. Depósitos aluviales recientes formados por la acumulación de material transportado por los flujos de detritos (huaicos).

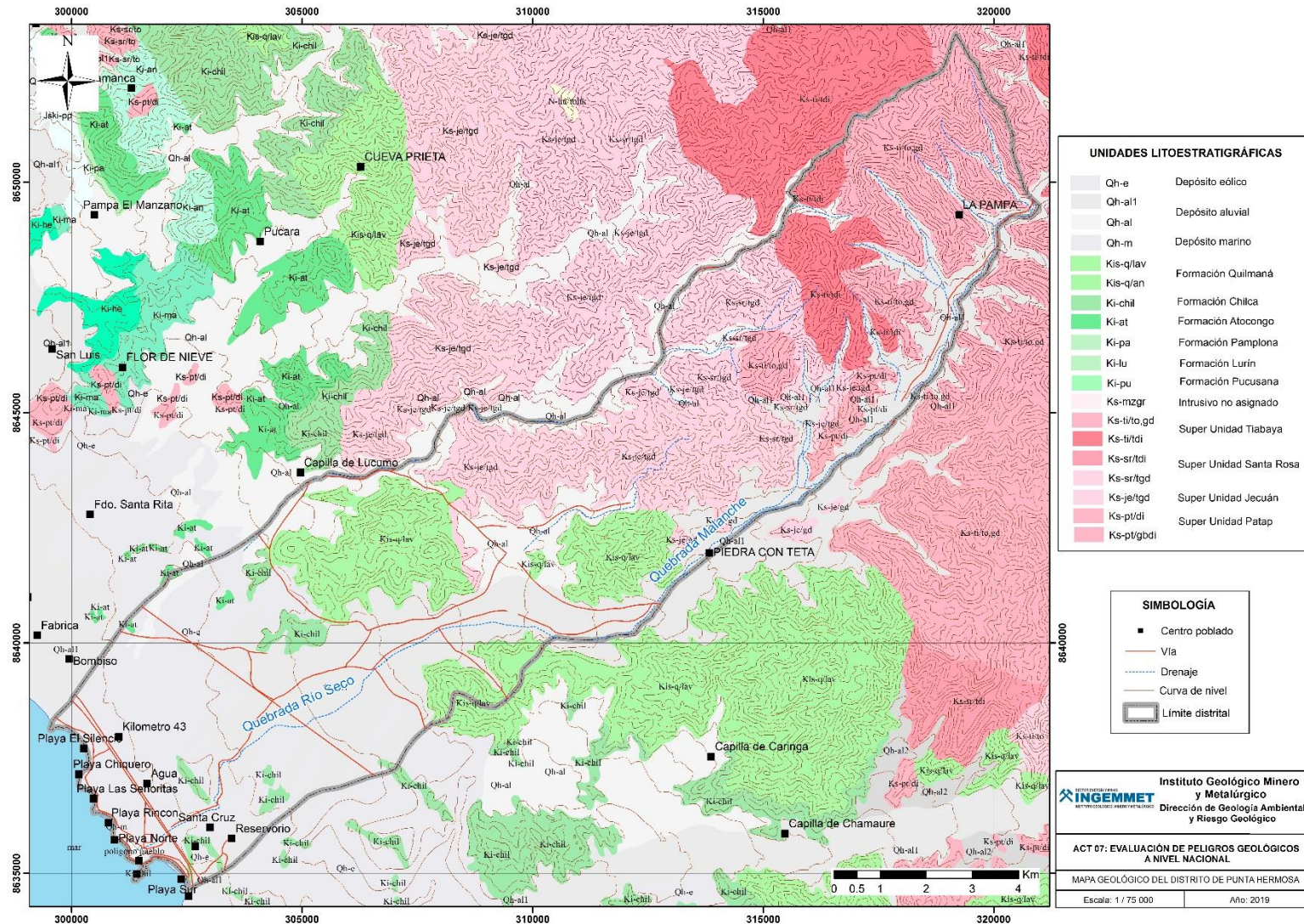


Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio (Palacios et al., 1992)

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en el distrito de Punta Hermosa, corresponden a movimientos en masa de tipo flujos (flujos de detritos o huaicos) (PMA: GCA, 2007) y otros peligros geológicos como arenamientos. Estos procesos son, el resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes sufrida por los cursos de agua, 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.

Los flujos de detritos tienen como causas o condicionantes a factores intrínsecos: la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca y sus características geotécnicas (grado de meteorización y/o fracturamiento), el tipo de suelo, el drenaje superficial y la cobertura vegetal. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la parte alta de la zona de estudio.

En la zona costera, la escasa precipitación es uno de los principales factores del avance de las arenas, debido a que los vientos erosionan, transportan y depositan las partículas del suelo, formando mantos de arena o dunas (Villacorta *et al.*, 2008).

Finalmente, con la cartografía realizada en campo, la toma de datos (fotografías y puntos de control) y la interpretación de imágenes satelitales se elaboró el mapa de peligros geológicos que afectan el territorio de Punta Hermosa, figura 9.

5.1. FLUJOS

Son movimientos en masa que durante su desplazamiento exhiben un comportamiento semejante al de un fluido; pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. En muchos casos se origina a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978).

Según la proporción de las fracciones sólidas y líquidas que conforman el flujo, así como por el mecanismo de movimiento y la velocidad del movimiento se pueden diferenciar hasta siete tipos diferentes de eventos: flujo seco, flujo de detritos, inundación de detritos, flujo de lodo, flujo de tierra, avalancha de rocas y avalancha de detritos (Varnes, 1978; Hungr *et al.* 2001 y Hungr, 2005).

a) *Flujo de detritos (huaicos)*

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

Los flujos de detritos pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos y originarse a partir de otros procesos, como deslizamientos o desprendimientos de rocas (Varnes, 1978).

Son capaces de transportar grandes volúmenes de fragmentos rocosos de diferentes tamaños y alcanzar grandes extensiones de recorrido, más aún si la pendiente es mayor.

Se refieren a movimientos en masa que durante su desplazamiento se comportan como un fluido; pueden ser lentos, saturados o secos, canalizados y no canalizados.

Según Hungr & Evans (2004) los flujos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado, figura 3) y otras características que puedan hacerlos distinguibles. Por ejemplo, se tienen flujos de detritos o lodo (huaicos), avalanchas de detritos, de roca, etc.

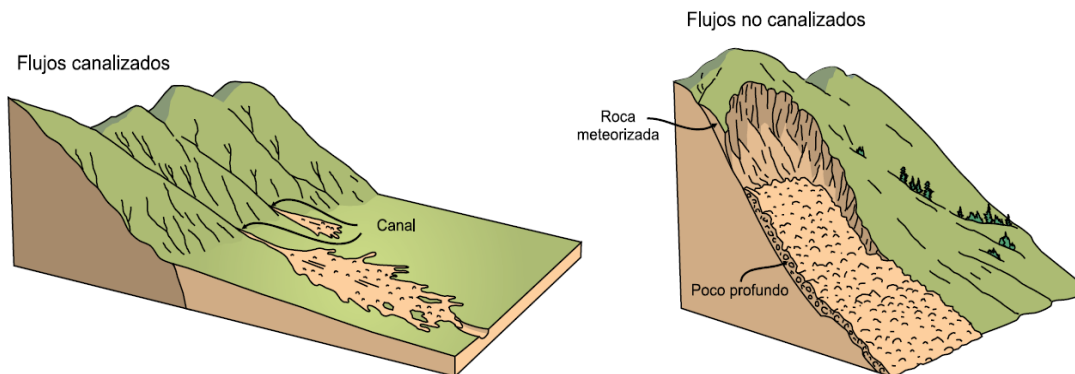


Figura 3. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden & Varnes, 1996)

En este tipo de procesos se muestra una zona de inicio que forma un embudo, una zona de transición o tránsito y una zona de deposición en abanico como se muestra en la figura 4 (Bateman *et al*, 2006).

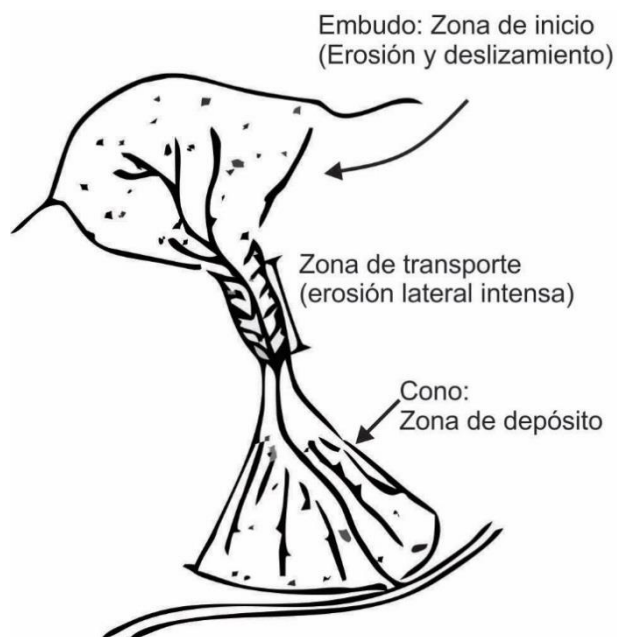


Figura 4. Esquema de generación de un flujo (Modificado de: Bateman *et al*, 2006)

Normalmente los flujos canalizados buscan retomar su lecho natural. El potencial destructivo de estos procesos está dominado por su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado. La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hungar, 2005).

Por ello, estos eventos son muy violentos y tienen una gran cantidad de energía que destruye todo lo que encuentran a su paso. Por tanto, es muy importante una caracterización geológica detallada de los eventos, asociada al grado de peligro al que está expuesta un área determinada.

5.2. ARENAMIENTO

La ausencia y/o escasa precipitación es uno de los principales factores del avance de la arena, debido a que los vientos erosionan, transportan y depositan las partículas de suelo, en áreas secas donde el suelo no es retenido por la vegetación, favorecen la migración y acumulación de arena en forma de mantos de arena, médanos o dunas (Villacorta *et al.*, 2008).

6. FLUJOS DE DETRITOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

Durante la inusual ocurrencia del evento climático denominado “Niño Costero” del 2017, el distrito de Punta Hermosa fue uno de los muchos distritos afectados por los peligros geológicos detonados por este evento, los más destructivos fueron los flujos de detritos conocidos como huaicos que arrasaron con todo a su paso, desde la parte alta de la quebrada Malanche hasta su desembocadura (quebrada Río Seco) al Océano Pacífico.

Las precipitaciones pluviales excepcionales e intensas ocurridas durante los meses de febrero a marzo del 2017 en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Malanche (provincia de Huarochiri), generó erosión y aporte de material suelto (bloques, gravas, arenas y limos) al cauce de la quebrada. El material se canalizó por la quebrada y debido a la pendiente del terreno fue transportado hacia la parte baja de la microcuenca.

El material sólido y líquido transportado por la quebrada Malanche se desbordó e inundó las zonas aledañas, en áreas donde el relieve era plano y la pendiente contribuía al proceso.

El flujo de detritos llegó hasta la parte baja de la quebrada (quebrada Río Seco) y afectó la zona urbana de Punta Hermosa, así como la carretera Panamericana Sur, figura 5. Se generaron pérdidas materiales (áreas de cultivo, animales, etc.) en los centros poblados de Cucuya, Pampa Pacta y Santa Rosa.

Cabe mencionar, que haciendo uso de fotografías aéreas (1942) e imágenes satelitales recientes (2019), la parte baja de la quebrada Río Seco se ha urbanizado, figura 6, dicha zona urbana es afectada por flujos de detritos.

6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAICOS)

Los flujos de detritos conocidos como huaicos que ocurrieron en el mes de marzo del 2017, fueron detonados por lluvias extraordinarias e intensas en la parte alta de la quebrada Malanche (figura 5).

Causas:

- a) Laderas con pendientes comprendidas entre 25° a 35°, que facilita la erosión de la cobertura del suelo y rocas.
- b) Laderas con procesos de erosión de ladera en los depósitos superficiales y del suelo (cárcavas) generada por las lluvias, aportaron material al cauce de la quebrada Malanche.
- c) Depósitos aluvio-torrenciales, producto de flujos de detritos antiguos, que son de fácil remoción.
- d) Substrato rocoso constituido por rocas volcánicas e intrusivas muy fracturadas y meteorizadas; el substrato al estar meteorizado e intensamente fracturado, genera rocas deleznable (fácil erosión) y bloques de hasta 1.5 m de diámetro suspendidos en las laderas (fotografía 8).
- e) Actividades antrópicas como la ocupación inadecuada del terreno, a través del relleno de material que cruzan y obstruyen el cauce de las quebradas Malanche y río Seco (fotografías 9, 10, 11 y figura 7); así como el desvío del cauce natural de la quebrada Malanche debido a la presencia de “empresas” dedicadas a la extracción de material o agregados mediante canteras.

Las precipitaciones pluviales extraordinarias fueron el factor detonante que originaron flujos de detritos en el distrito de Punta Hermosa.

Como consecuencia de las precipitaciones pluviales extraordinarias, durante el mes de febrero a marzo, se generaron flujos de detritos (huaicos) que se canalizaron por la quebrada Malanche, hasta su desembocadura (quebrada Río Seco).

Cabe mencionar, que el mayor aporte de material hacia el cauce de la quebrada proviene de los procesos de erosión de ladera (cárcavas), derrumbes y caídas de rocas.

Al generarse el huaico, en todo su recorrido, el flujo arrasó con sembríos, animales que se encontraban a su paso; y generó la pérdida de una vida humana y varios heridos.



Figura 5. Vista del Google Earth, se observa el recorrido del huaico del 15 de marzo de 2017 que discurrió por la quebrada Malanche en el sector Pampa Pacta.



Figura 6. Se muestran los efectos de los flujos de detritos en Punta Hermosa: a) Depósitos de flujos de detritos cerca de la carretera Panamericana Sur, b) Puente peatonal sobre el cauce de la quebrada Río Seco, c) Depósitos de flujos de detritos que rellenan el cauce natural de la quebrada Río Seco d) Desembocadura de la quebrada Río Seco y erosión en la margen izquierda.



Fotografía 8. Caída de rocas y derrumbes en el Sector Pampa Pacta-Santa Rosa, margen izquierda de la quebrada Malanche. Viviendas precarias se ubican sobre una ladera compuesta por bloques sueltos suspendidos (lavas andesíticas de la Formación Quilmaná) en la ladera del cerro Lomas de Caringa. Vista al suroeste



Fotografía 9. Cauce de la quebrada Malanche, aguas abajo, sector Pampa Pacta. Vista al suroeste



Fotografía 10. Vista al suroeste, aguas abajo del cauce de la quebrada Río Seco obstruida por viviendas del centro poblado Santa Rosa



Fotografía 11. Vista al noreste, aguas arriba del cauce de la quebrada Río Seco, el cual corta la carretera Panamericana Sur (km 44+500) y acceso a Punta Hermosa



Figura 7. Imágenes comparativas del área de Punta Hermosa en 1942 y 2019. La vista superior muestra el abanico en la quebrada Río Seco dejado por un huaico antiguo, sin ocupación humana (Foto aérea 16-10-1942); en la vista inferior se observa la zona urbana actual de Punta Hermosa asentada sobre el antiguo abanico de la quebrada Río Seco (Vista del Google Earth, 2019)

7. ARENAMIENTOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

En el litoral de Lima, la acción marina (erosión) está íntimamente relacionada con la producción de arenas. Estas arenas son transportadas y depositadas por los vientos, en dirección hacia la costa. La ausencia y/o escasa precipitación es uno de los principales factores del avance de las arenas, que favorece la migración y acumulación de arena en forma de mantos de arena, médanos o dunas (Villacorta *et al.*, 2008).

El mapa de susceptibilidad a los arenamientos, realizado por Villacorta *et al* (2008), muestra que las áreas susceptibles a este proceso, en el área de Lima Metropolitana, se localizan en las zonas cercanas al mar, donde las arenas no están compactadas, así como en las cercanías de dunas y mantos de arena. En menor grado se pueden encontrar en los alrededores mantos de arenas que cubren colinas bajas de las estribaciones de los Andes, figura 8.

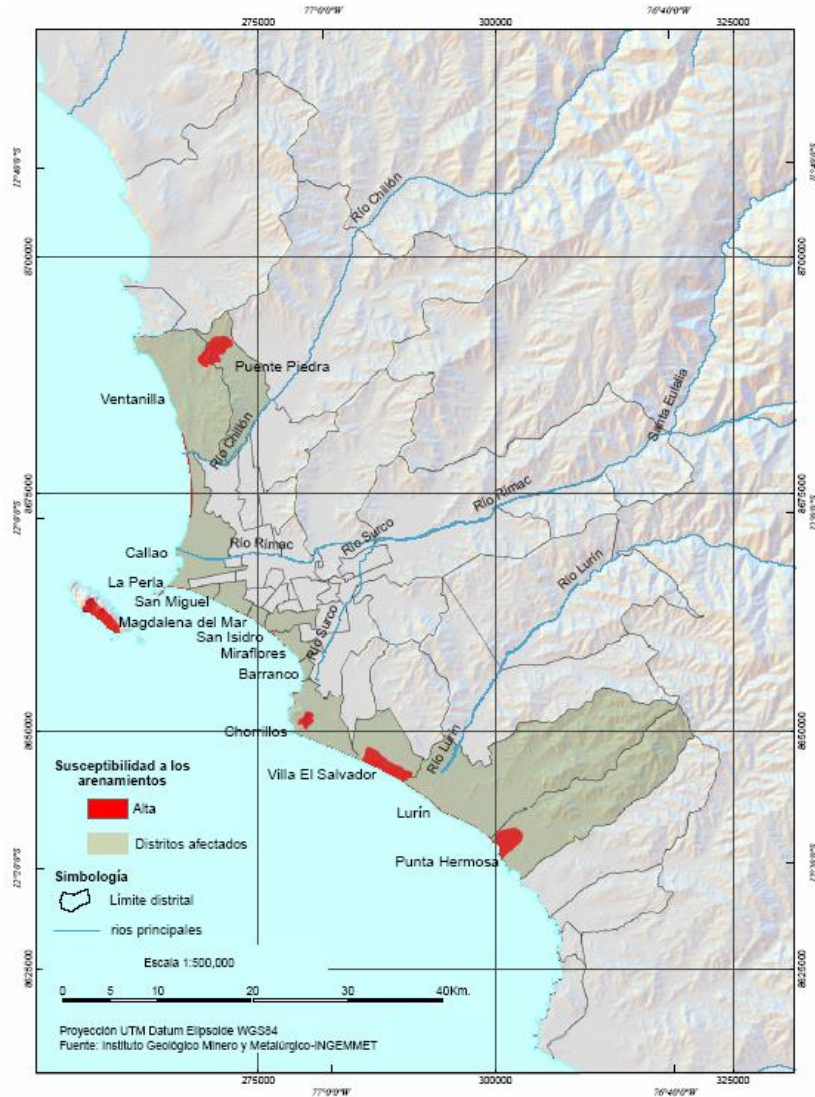


Figura 8. Mapa de susceptibilidad a los arenamientos (Villacorta *et al.*, 2008)

Por lo observado, durante la inspección técnica, en diversos sectores del distrito de Punta Hermosa, se han identificado procesos de arenamientos, figura 9.

Este tipo de depósitos se encuentran emplazados en casi todas las proximidades de la costa. Estos materiales tienen su procedencia en las arenas de playa formadas por la acción de las olas o de los sedimentos llevados al mar por los ríos y distribuidos por las corrientes marginales a lo largo del litoral.

La arena es transportada continuamente tierra adentro por los vientos predominantes alcanzando tierra firme una penetración de 13 km. Las arenas eólicas se distribuyen en forma de mantos o cubiertas delgadas, en forma de dunas longitudinales. Los mantos son los más comunes en la zona de estudio, se encuentran cubriendo geofomas como colinas (fotografía

12) y piedemontes aluvio-torrenciales. Estas arenas son de tipo cuarzosas de grano medio a fino, bien seleccionadas.

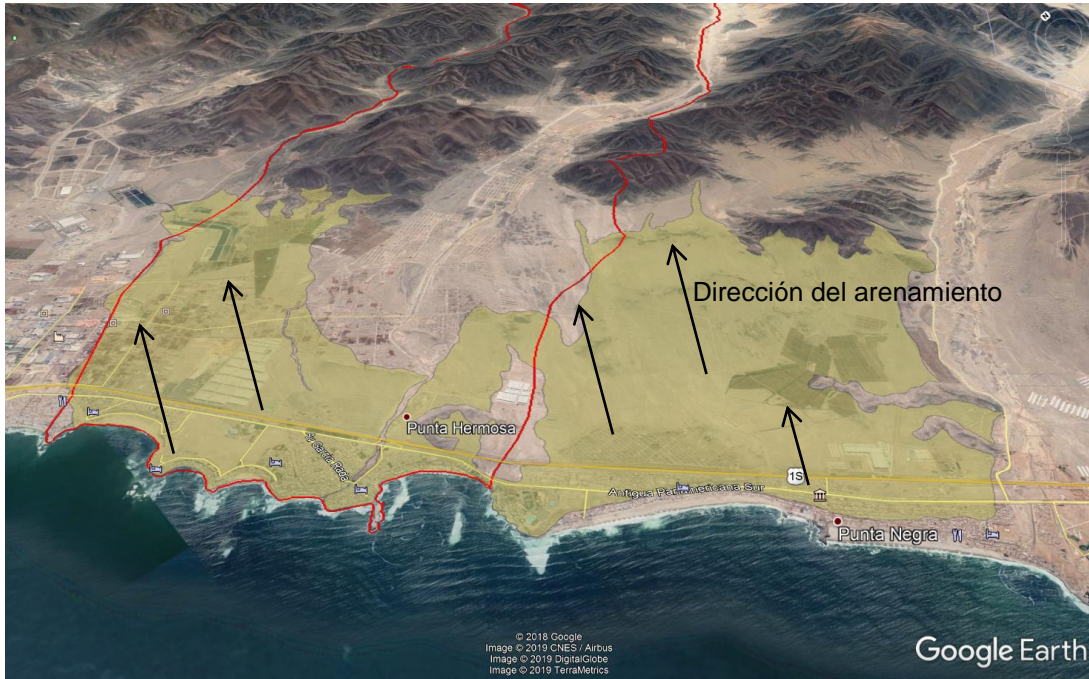


Figura 9. Arenamientos en el distrito de Punta Hermosa, se observa la dirección del transporte



Fotografía 12. Mantos de arenas cubriendo colinas bajas. Vista al este.

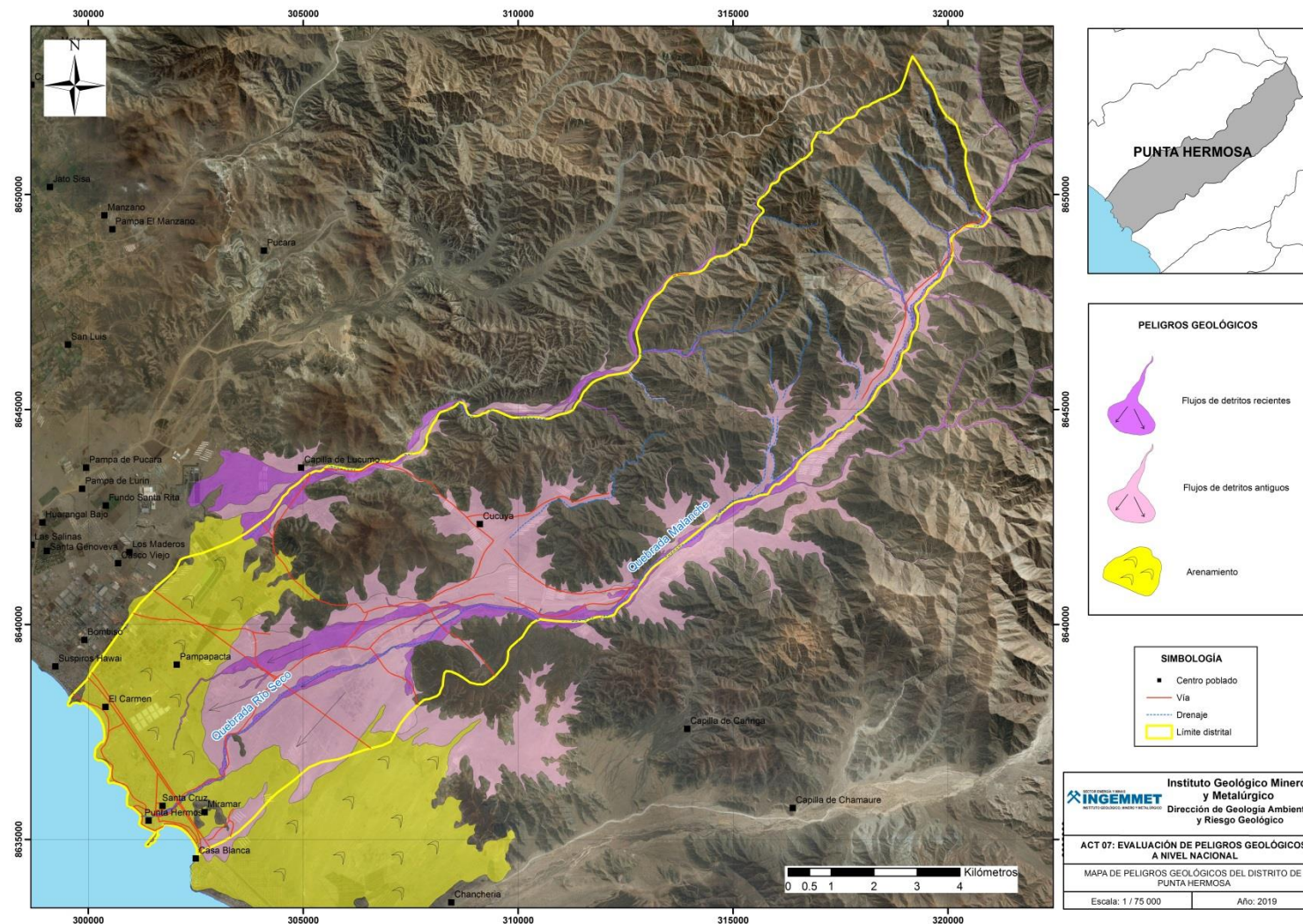


Figura 10. Mapa de peligros geológicos en el distrito de Punta Hermosa

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

A partir de las condiciones geomorfológicas, geológicas y estudiados en el campo, que caracterizan la susceptibilidad de los peligros geológicos identificados en el distrito de Punta Hermosa, se requieren de medidas estructurales para poder mitigar y prevenir futuros desastres.

Con ello, se pueden resumir y describir algunas medidas que pueden considerarse para reducir la vulnerabilidad y por tanto el riesgo a estos procesos naturales. En esta sección se dan algunas propuestas de intervención de forma general para la zona evaluada 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.

8.1. MITIGACIÓN DE PELIGROS POR FLUJOS

Con la finalidad de prevenir y/o atenuar los daños producidos por los flujos de detritos (huaicos) en el distrito de Punta Hermosa, se presentan algunas medidas que pueden considerarse para reducir los efectos que pudieran ocasionar el evento.

Las medidas que se proponen son las siguientes:

- Encauzamiento del canal principal de la quebrada Malanche, desde su nacimiento hasta su desembocadura (quebrada Río Seco), con remoción selectiva de los materiales gruesos.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo del cauce de la quebrada Malanche y en las zonas circundantes a ella, asegurando su estabilización, así como la disipación de la energía de las corrientes.
- Es necesario descolmatar los cauces de las quebradas afluentes, para aliviar la carga sólida de la quebrada Malanche en tiempos de crecida. Con esto se lograría atenuar los flujos de detritos que se generen y colmate su cauce.
- Construir muros de contención en ambos márgenes de la quebrada Río Seco, para evitar la erosión del terreno en zonas donde se podría afectar las viviendas asentadas cerca al cauce de la quebrada.

CONCLUSIONES

- a) Los centros poblados Pampa Pacta, Santa Rosa, Cucuya y la zona urbana del distrito de Punta Hermosa se encuentran asentados en ambas márgenes de la quebrada Malanche y la quebrada Río Seco, respectivamente, en zonas susceptibles a la ocurrencia de flujos de detritos.
- b) Geomorfológicamente, la población se encuentra sobre piedemontes aluvio-torrenciales, formados por la quebrada Malanche (parte alta) y la quebrada Río Seco (parte baja), y en los alrededores se encuentran montañas, colinas y lomadas en rocas intrusivas, volcánicas y volcano-sedimentarias.
- c) Los depósitos aluviales sobre los cuales están asentados los centros poblados y la zona urbana del distrito de Punta Hermosa, están compuestos por gravas con matriz limo-arenosa intercalados con limos y arenas. El substrato rocoso son rocas volcano-sedimentarias de la Formación Chilca, constituidas por derrames andesíticos, tobas líticas y vítricas con delgadas intercalaciones de brechas piroclásticas y areniscas volcánicas bien estratificadas.
- d) El distrito de Punta Hermosa es afectado por peligros geológicos tipo flujo de detritos y arenamientos. Los flujos conocidos como huaicos son detonados por la ocurrencia de lluvias intensas y/o excepcionales en la parte alta de la quebrada Malanche y la ocupación urbana no planificada contribuye a la exposición de la población ante estos peligros. Los arenamientos originados por la acción eólica, también afectan a la población de la zona urbana de Punta Hermosa.
- e) Por las condiciones geológicas-geodinámicas de la zona de estudio, en los sectores de Pampa Pacta, Santa Rosa, Cucuya y la zona urbana del distrito de Punta Hermosa son considerados como Zonas Críticas, de peligro **muy alto** por flujo de detritos (huaicos), ante la presencia de lluvias intensas y/o extraordinarias.

RECOMENDACIONES

- a) Reubicar las viviendas y granjas que se encuentren dentro de la faja marginal de la quebrada Malanche y Río Seco.
- b) No permitir la construcción de viviendas en el cauce de quebrada Malanche y la quebrada Río Seco.
- c) Implementar un sistema de alerta temprana, en temporadas de lluvias intensas y/o excepcionales para informar a la población involucrada y que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.
- d) Implementar un sistema de señalización de rutas de evacuación ante la amenaza de flujos de detritos por lluvias intensas.
- e) Delimitar la faja marginal de la quebrada Malanche y Río Seco con la colocación de hitos.
- f) Las obras de rehabilitación deben ser dirigidas y ejecutadas por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.
- g) Forestar la parte alta de la microcuenca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, R. (2014). Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 240 p.

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.

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.

Guzmán, A.; Fídel, L.; Aniya, R. & Zavala, B. (1998). Estudio geotécnico de futuras áreas de expansión urbana entre Lima y Cañete. INGEMMET, *Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 20, 243 p

Núñez, S. & Vásquez, J. (2009). Zonas críticas por peligros geológicos en Lima Metropolitana. Informe Técnico Preliminar. INGEMMET, 38 p.

Palacios, O; Caldas, J. & Vela, Ch. (1992). Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica (24-i, 24-j, 25-i, 25-j). INGEMMET, *Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional*, 43, 163 p

Varnes, J. (1978). Slope movements types and processes. En: SCHUSTER, L. y KRIZEK, J. Ed, *Landslides analysis and control*. Washington D.C.National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.

Villacorta, S.; Chambi, G.; Carlotto, V. & Fídel, L. (2008). Atlas ambiental de Lima Metropolitana: mapas de susceptibilidad en el ordenamiento territorial. En XIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú. Pág. 171-174.