

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7546

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR CAÍDA DE ROCAS EN EL ACANTILADO "ALTOS DE KONTIKI"

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Punta Hermosa



OCTUBRE
2024

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR CAÍDA DE ROCAS EN EL ACANTILADO “ALTOS DE KONTIKI”

*Distrito Punta Hermosa
Provincia y Departamento de Lima*



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

Equipo Técnico:

*Griselda Ofelia Luque Poma
Freddy Luis Córdova Castro*

Referencia bibliográfica

Luque, G. & Córdova, F. (2024). *Evaluación de peligros geológicos por caída de rocas en el acantilado "Altos de Kontiki". Distrito Punta Hermosa, provincia y departamento de Lima.* Ingemmet, Informe Técnico A7546, 30 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Aspectos generales	5
1.3.1. Ubicación.....	5
1.3.2. Población.....	5
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima.....	8
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	9
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	9
3.1.1 Grupo Casma.....	9
3.1.2 Depósitos Cuaternarios	11
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	11
4.1. Pendiente del terreno.....	12
4.2. Unidades Geomorfológicas	13
4.2.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	14
4.2.2 Unidades de carácter depositacional o agradacional	15
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	17
5.1 Caída de rocas.....	17
5.2 Factores condicionantes	18
5.3 Factores desencadenantes	18
9. CONCLUSIONES.....	22
10. RECOMENDACIONES	23
11. BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....	25

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por caída de rocas realizado en el acantilado Altos de Kontiki, ubicado en el distrito de Punta Hermosa, provincia y departamento Lima. 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 actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

En el contexto litológico, en el área de estudio afloran secuencias volcano-sedimentarias constituidas por tobas líticas y vítricas con delgadas intercalaciones de brechas piroclásticas, lavas y areniscas volcánicas estratificadas muy fracturadas y moderadamente meteorizadas de la Formación Chilca, y depósitos cuaternarios poco consolidados a no consolidados como los depósitos marinos (constituidos por arenas y cantos bien rodados) y depósitos aluviales (gravas con matriz limo-arenosa intercalados con limos y arenas).

Las unidades Geomorfológicas registradas corresponden a relieve de lomadas en rocas volcano-sedimentarias, planicie aluvial, terraza marina, acantilado y playa de arena. El acantilado denominado Altos de Kontiki presenta pendientes entre muy fuerte a muy escarpada ($>25^\circ$) con superficie moderadamente meteorizada y erosionada.

Los eventos identificados en el acantilado evidencian peligros geológicos por movimientos en masa de tipo caída de rocas, aunque el talud en general presenta una resistencia a la compresión simple catalogada como alta (86 MPa), se observan algunos bloques de rocas inestables debido a la gran cantidad de discontinuidades que presenta el macizo rocoso del acantilado, edificaciones que generan una fuerza adicional sobre el acantilado. Por otro lado, las observaciones revelan desprendimientos rocosos pasados, por lo que se considera al área evaluada del acantilado Altos de Kontiki como una zona de peligro **medio** ante la ocurrencia de caída de rocas, los cuales pueden ser desencadenados por sismos o vibraciones por construcciones y/o edificaciones.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la implementación medidas de mitigación estructural frente a caídas de rocas necesarias para proteger elementos expuestos, realizar el desquinche de las rocas sueltas, evitar las construcciones y/o edificaciones que generen esfuerzos adicionales y que puedan inestabilidad de la ladera.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), ente técnico-científico desarrolla, a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”. De esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro en zonas que tengan elementos vulnerables y brinda recomendaciones pertinentes a fin de mitigar y prevenir fenómenos activos en el marco de la Gestión de riesgos de desastres.

Atendiendo la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Punta Hermosa, provincia y departamento de Lima, según el Oficio N°D000412-2024-MML-GGRD-SDCPRR, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros en el acantilado “Altos de Kontiki”, del distrito de Punta Hermosa, ante la ocurrencia de movimientos en masa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos (DGAR) del Ingemmet designó a la Ingeniera Griselda Ofelia Luque Poma y Geol. Freddy Luis Córdova Castro, realizando la evaluación de peligros en el sector mencionado el día 26 de agosto del 2024.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo, con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Campo, a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, medición de la resistencia de la roca, toma de medidas y tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; iii) Etapa final de gabinete donde se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Punta Hermosa e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos en el acantilado “Altos de Kontiki”, del distrito de Punta Hermosa, provincia y departamento Lima.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el área evaluada, se tienen:

- **“Zonas críticas por peligros geológicos en Lima Metropolitana” (Núñez & Vásquez, 2009).** El informe técnico considera como zona crítica, sectores costeros del distrito de Punta Hermosa, playa Rincón, Jahuary y el sector Punta Hermosa. En estos sectores se evidencia la erosión marina producto de las olas que modelan la costa, removiendo el material y dando forma de acantilados, esto afectó espigones, vías de acceso y zonas urbanas cerca de la línea de playa. Se recomendó el reforzamiento de espigones, mejorar los taludes de las autopistas y carreteras cercanas a la playa.
- **Análisis de riesgo en zonas urbanas del distrito de Punta Hermosa (Cismid, 2016).** En Punta Hermosa, se realizó la evaluación del riesgo sísmico para un escenario de sismo severo y un análisis cuantitativo en dos escenarios probables de tsunami que podrían impactar las costas del distrito, utilizando la teoría de las aguas poco profundas. Los resultados obtenidos muestran que, con el evento más desfavorable, cerca de 97 viviendas se verían afectadas, esto debido principalmente a la cercanía de las viviendas a la costa, en su mayoría casas de playa. El Cismid elaboró el mapa de microzonificación sísmica de la ciudad de Lima, en la cual se observa que el área evaluada se encuentra en la zona 2 (figura 1).
- **Zonificación sísmico- geotécnica para siete distritos de Lima Metropolitana (IGP, 2010).** Presenta los resultados del estudio de microzonificación sísmico- geotécnica, a partir de comportamientos dinámicos del suelo (CDS), realizado en 7 distritos de Lima, incluyendo Punta Hermosa, según el procedimiento establecido por APESEG (2005) Se identificaron cuatro zonas Sísmico –Geotécnicas, clasificación considerada en la Norma 2003) y que identifica en el distrito las zonas I, II, y III, los cuales corresponden a suelos S1, S2 y S3.
- **Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao (Villacorta et, al, 2015).** Se identificaron 848 peligros y 107 zonas críticas. Entre los movimientos en masa predominan las caídas de rocas y derrumbes con un 47%; también flujos (huaicos, flujos de lodo, etc.) con 36 %, detonados por lluvias excepcionales. Se registraron además procesos asociados a lluvias periódicas y excepcionales como inundaciones y erosión fluvial, con un 11 %. Así como también arenamientos, hundimientos y licuefacción de suelos con un 6 %. Según el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa. En el distrito de punta Hermosa se registraron peligros por: erosión de laderas, arenamiento, flujos de lodo y detritos.
- **Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica (Tejada, R. 2017).** Describe el Grupo Casma y sus unidades litoestratigráficas definidas por las formaciones Chilca (secuencia volcánico-sedimentaria) y Quilmaná (volcánica) que afloran en Punta hermosa. Señala también a la llanura aluvial de Lurín que continúa al Sur con una planicie costanera más angosta, frente a Punta Hermosa, San Bartolo y Chilca rellena por los materiales acumulados por las quebradas que discurren directamente al mar, teniendo una cobertura de arena eólica.

- Informe técnico N° A7459 “Evaluación de zonas críticas por peligros geológicos ante fenómeno El Niño 2023-2024 en el departamento de Lima tomo I: Lima Metropolitana (Ingemmet)”. Se registraron 05 Zonas Críticas en el distrito de Punta Hermosa, entre ellas los sectores: Asociación Nueva Punta Hermosa, Asociación de posesionarios de Nueva Villa Navarra, Pampapacta y Santa Rosa de los Olleros, donde se produjeron flujos de detritos los años 2017 y 2023 (Yaku) afectando corrales, 01 mercado, tuberías de gas de la empresa Cálidda, viviendas y corrales.

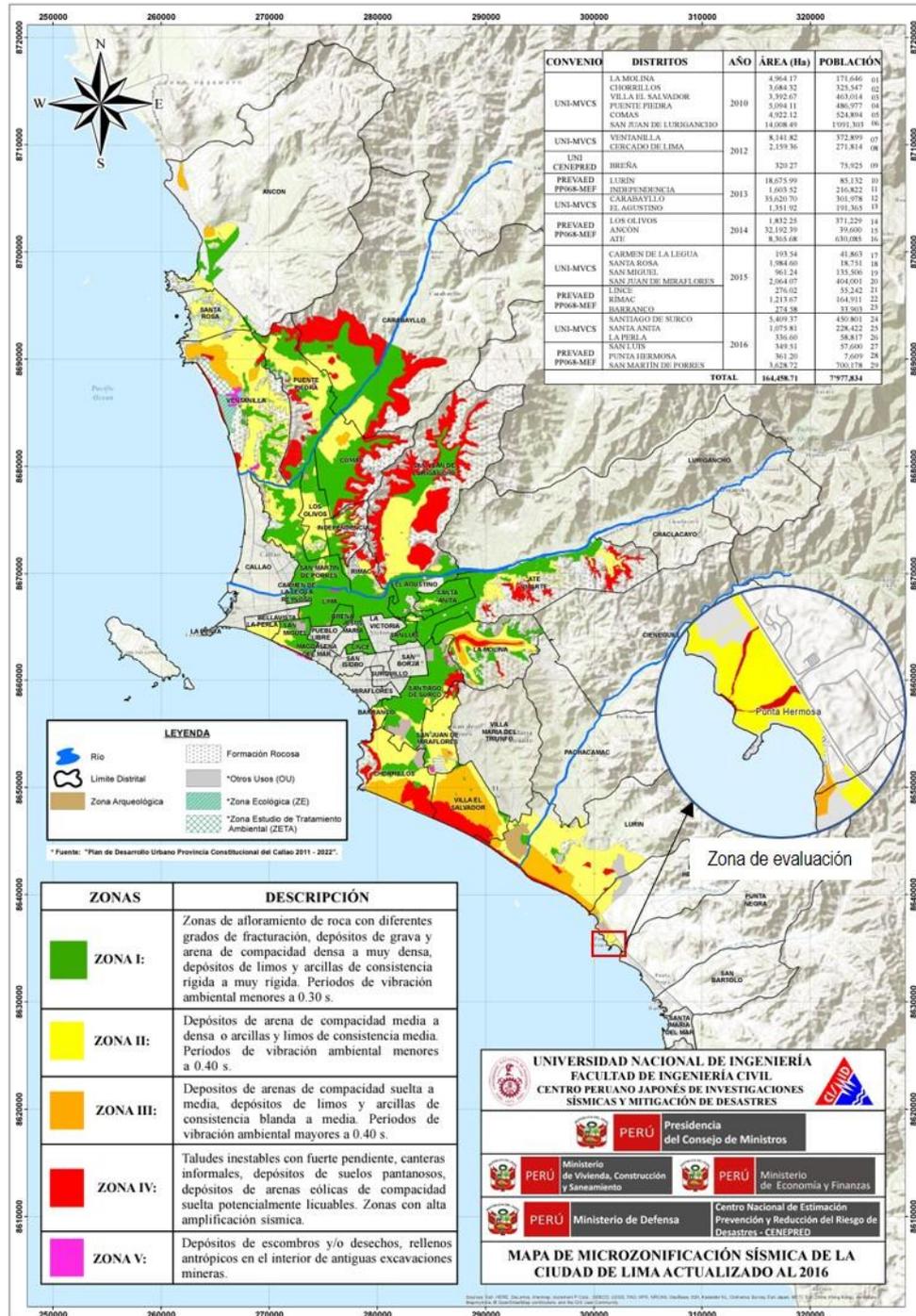


Figura 1. Mapa de microzonificación sísmica (Cismid, 2016).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área de evaluación se encuentra en el acantilado “Altos de Kontiki”, ubicado en las costas de playa Blanca, en el distrito de Punta Hermosa, provincia y departamento de Lima, a la altura del kilómetro 42 de la antigua carretera Panamericana Sur. Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 18S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	302511.00	8634818.00	-12.343274°	-76.816224°
2	302566.00	8634814.00	-12.343314°	-76.815718°
3	302566.00	8634774.00	-12.343675°	-76.815721°
4	302513.00	8634773.00	-12.343681°	-76.816208°
Coordenada central de los peligros identificados				
Coordenada Central	302540.00	8634797.00	-12.343466°	-76.815958°

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), el distrito de Punta Hermosa tiene una población de 15 874 habitantes, con acceso a energía eléctrica, agua por red pública y desagüe. El área evaluada no tiene ocupación física actual; sin embargo, existen edificaciones a ambos lados y sobre el acantilado (figura 2).

Tabla 2. Datos del distrito Punta Hermosa

Descripción	Punta Hermosa – INEI
Código de Ubigeo	1501260004
Longitud	76° 49' 35"
Latitud	12° 20' 15"
Altitud	0
Población	15 874
Agua Por Red Publica	Si
Energía eléctrica en la vivienda	Si
Desagüe por red publica	Si
Institución Educativa Primaria	Si
Institución Educativa Secundaria	Si
Establecimiento de salud	Si
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

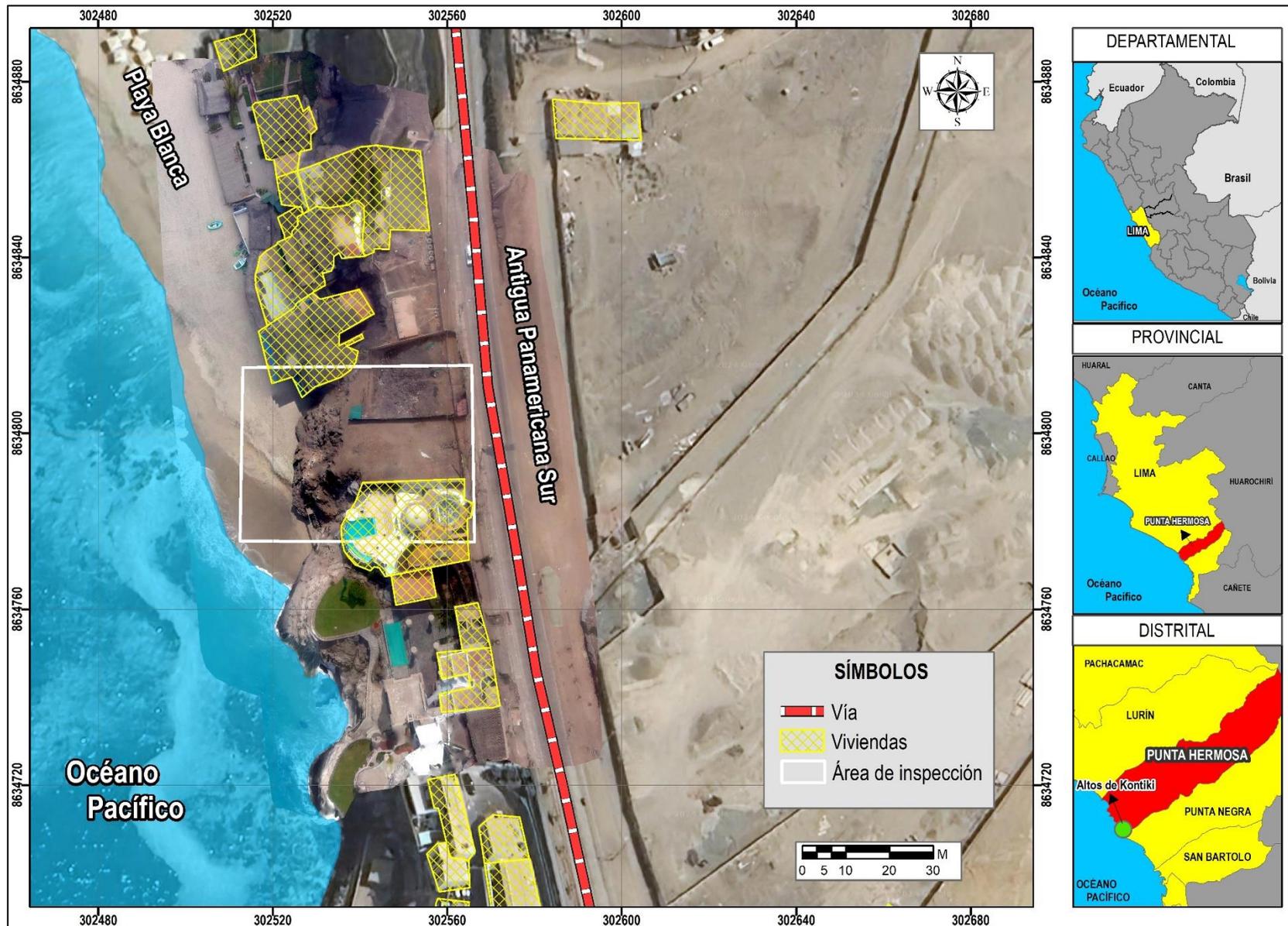


Figura 2. Ubicación del acantilado “Altos de Kontiki”, distrito de Punta Hermosa, provincia y departamento de Lima

1.3.3. Accesibilidad

El acceso al acantilado Altos de Kontiki en el distrito de Punta Hermosa, desde la ciudad de Lima, es por medio de la carretera Panamericana Sur, por un tiempo estimado de 51 minutos, a través de 43.2 km aproximadamente (figura 3).

Tabla 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (INGEMMET) – Punta Hermosa	Asfaltada	43.2	51min

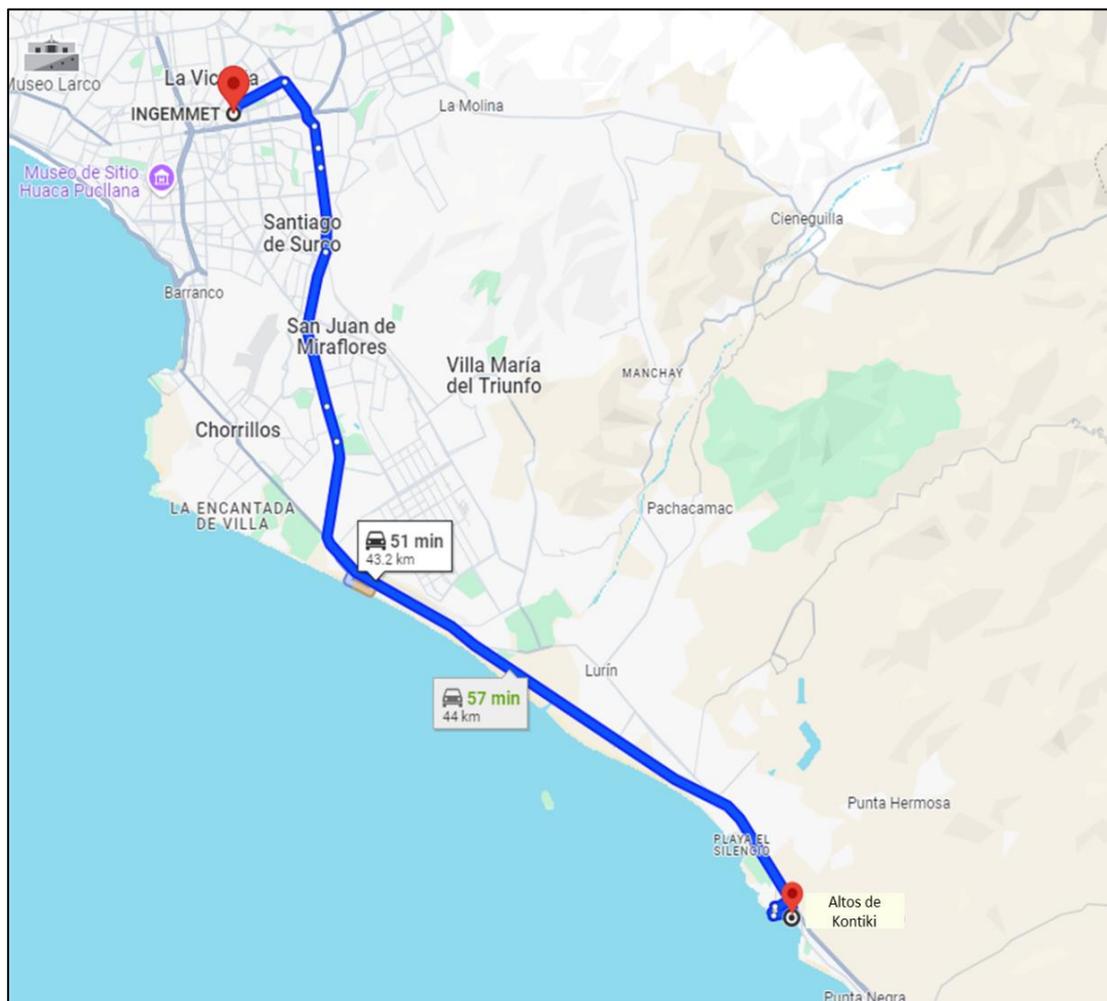


Figura 3. Ruta de acceso: Ciudad de Lima (INGEMMET) --Altos de Kontiki (Punta Hermosa). **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima de tipo árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Templado. E (d) B' con una temperatura máxima promedio de 19° C hasta los 31 C° y una temperatura mínima promedio que va desde los 3° C hasta los 21°C y una precipitación anual que varía entre 0 mm y 5 mm en las partes adyacentes al litoral y alcanza valores entre 500 y 700 mm en las zonas altas de costa norte.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: "Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas" desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Acantilado: Laderas rocosas empinadas que se forman a lo largo de las costas debido a la continua socavación (o erosión progresiva) del oleaje marino, o por levantamientos de origen tectónico

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

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

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

Formación geológica: Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y

biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

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

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

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.

Zonas críticas: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo con la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción y análisis geológico se desarrolló en base al 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) y al Boletín N° 142 Serie A, Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Mala (26-j), Lurín (25-j) y Lima (25-l). Escala 1:50 000 (León & De La Cruz, 2003).

Se observa que, en la zona de estudio afloran rocas volcano-sedimentarias (Formación Chilca), así como depósitos Cuaternarios (marinos y aluviales,). La información obtenida se complementó con trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, fotografías aéreas con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio corresponden a rocas volcano-sedimentarias y depósitos cuaternarios:

3.1.1 Grupo Casma: En Lima, el Grupo Casma ha sido dividido en unidades litoestratigráficas definidas por una secuencia volcánico-sedimentaria en la parte inferior y otra netamente volcánica en la parte superior. Hacia el Noreste del valle de Chillón se presenta la unidad volcánico-clástica denominada Formación Huarangal mientras que al Sur se reconoce como su equivalente a la Formación Chilca y sobreyaciendo concordante una serie volcánica masiva conocida como Volcánico Quilmaná (Palacios, et al., 1992).

Formación Chilca (Ki-chil3): Representa la parte inferior del Grupo Casma. Se trata de secuencias volcano-sedimentarias del Cretácico inferior, constituidas por tobas líticas y vítricas con delgadas intercalaciones de brechas piroclásticas, derrames andesíticos y areniscas volcánicas bien estratificadas muy fracturadas (Palacios et al., 1992). En el corte de la antigua carretera Panamericana Sur, a la altura del área de inspección, se puede apreciar la base constituida por material brechoide, grawacas y derrames andesíticos (Fotografía 1). Se puede observar en el área de evaluación la presencia de un dique andesítico y discontinuidades con separaciones de 0.2 – 2 cm, rellenas de calcita (figuras 4 y 5).



Fotografía 1. Brechas piroclásticas de la Formación Chilca (sector Miramar-Punta Hermosa), incluye rocas muy fracturadas en el corte de la antigua carretera Panamericana Sur (Villacorta et al. 2015).



Figura 4 Formación Chilca, areniscas volcanoclasticas muy fracturadas de color gris parduzco con separaciones de 0.2 - 2 cm, rellenos de calcita.



Figura 5. Presencia de dique andesítico, estratos paralelos y fracturas

3.1.2 Depósitos Cuaternarios

Depósito marino (Q-ma): Corresponde a acumulaciones litorales, conformadas por arenas y cantos re trabajados por la acción erosiva de las olas y distribuidos por las corrientes marinas, en la línea de costa. En el área de inspección se observa este tipo de depósito en playa Blanca, producto de la erosión y disgregación de las rocas de los acantilados u materiales acarreados por el océano.

Depósito aluvial (Q-al): Estos depósitos se encuentran en los márgenes de ríos y quebradas. Están compuestos por gravas con matriz limo-arenosa intercalados con limos y arenas. Se encuentran distribuidos en ambas márgenes de la quebrada Malanche.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el distrito de Punta Hermosa, se usaron la publicación de Villota (2005), el boletín de la serie C, N°59 Peligros Geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao, imágenes satelitales e imágenes obtenidas por vuelo de dron. Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en función a su altura relativa y en relación con procesos de erosión, denudación y sedimentación o acumulación.

4.1. Pendiente del terreno

El distrito de Punta Hermosa presenta terrenos con pendientes que varían de llano ($<1^\circ$) a pendiente suave (1° a 5°) en aquellos sectores donde se han asentado viviendas e infraestructuras públicas. Sin embargo, en la zona de inspección se tiene el acantilado “Altos de Kontiki y terraza marina con pendientes que varían de muy fuerte a muy escarpado (25° a $>45^\circ$) (figura 6) y en playa, zonas de planicie y lomada, las pendientes varían de llano a fuerte (0° a 25°).

Tabla 4 Rango de pendientes del terreno

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
$0^\circ-1^\circ$	Llano	Comprende terrenos planos de las zonas de altiplanicie, extremos más distales de abanicos aluviales y torrenciales, bofedales, terrazas, llanuras de inundación fondos de valle y lagunas.
1° a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de fondos de valles, planicies y cimas de lomadas de baja altura, también en terrazas aluviales y planicies.
5° a 15°	Moderado	Laderas con inclinaciones entre 5° y 15° se consideran con susceptibilidad moderada a los movimientos en masa de tipo reptación de suelos, flujos de detritos. En este rango se asienta el centro poblado de Pomabamba y se identificaron reptación y deslizamientos en la localidad.
15° a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen principalmente en los bordes de abanicos aluviales, conos, piedemontes proluviales-aluviales y planicies.
25° a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de colinas y montañas sedimentarias, así como terrazas aluviales, que forman acantilados, vertientes de los valles.
$>45^\circ$	Muy escarpado	Distribución a lo largo de laderas, cumbres de colinas y montañas sedimentarias, así como acantilados, donde se generaron la mayor cantidad de deslizamientos.



Figura 6. Vista de la inclinación en las laderas del acantilado Altos de Kontiki, mostrando pendientes muy escarpadas ($>45^\circ$). Coordenadas de referencia UTM WGS-84, 18S: 302524.73E; 8634784.80N.

4.2. Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas registradas en el distrito de Punta Hermosa comprenden unidades degradacionales - erosionales y unidades depositacionales o agradacionales, las cuales se especifican en la tabla 5.

Tabla 5. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Lomadas	Lomada en roca volcano-sedimentaria (L-rvs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	

Unidad	Subunidad
Planicie	Llanura o planicie aluvial (PI-al)
Marino	Acantilado (AC)
	Playa de arena (PLA)

4.2.1. Unidades 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). En el distrito de Punta hermosa en el área de inspección próximos a este se distinguen geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional (lomada en roca volcano-sedimentaria: L-rvs), y de carácter depositacional y agradacional (llanura o planicie aluvial: PI-al, terraza marina: T-m).

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 tiene la siguiente unidad:

Unidad de Lomadas

Están representadas por 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 (figura 7).

Subunidad de lomadas en roca volcanosedimentaria (L-rvs)

Corresponde a afloramientos de rocas volcanosedimentarias con relieves reducidos por procesos denudativos, presentando elevaciones alargadas, con laderas de pendiente baja a moderada. Se identificó esta unidad hacia el este del área de inspección, sobre el acantilado, a un lado de la antigua carretera Panamericana Sur, la cual alcanza una elevación de 65 m s.n.m.



Figura 7. Lomadas en rocas volcano-sedimentaria en anaranjado. Vista hacia el NE.

Acantilados (AC)

Corresponden localmente a la parte terminal de la colina, alcanzando alturas de 25 m. Son laderas rocosas empinadas que se forman a lo largo de las costas debido a la continua socavación (o erosión progresiva) del oleaje marino, o por levantamientos de origen tectónico. El acantilado “Altos de Kontiki” (área de inspección) es un ejemplo de este tipo de geofomas en los cuales es muy frecuente la caída de bloques y rocas debido a su pendiente muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpado ($>45^\circ$) (fotografía 3).



Fotografía 3. Acantilado Altos de Kontiki en playa Blanca, Punta Hermosa, límite con Punta Negra.

4.2.2 Unidades de carácter depositacional o agradacional

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, oleaje marino, los vientos, entre otros; 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.

Unidades de planicie

Superficies planas con ligeras ondulaciones. Están asociadas a depósitos aluviales y fluvio-glaciares, limitados en muchos casos por depósitos de piedemonte y laderas de montañas o colinas. También se encuentran planicies de origen marino.

Llanura o planicie aluvial (PI-al)

Se caracterizan por ser terrenos planos (pendiente suave entre 1 y 5°) y de ancho variable. Se le puede observar sobre el acantilado evaluado, cruzando la antigua carretera Panamericana Sur (Ver mapa 2).

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. Actualmente estas geoformas han sido antropizadas debido al proceso de urbanización costera del distrito (fotografía 4).



Fotografía 2. Ocupación de viviendas a lo largo del acantilado.

Playa de arena (PLA)

Las playas son geoformas que se extienden desde la línea de costa (límite de tierra firme y área de influencia marina) hasta la línea de ribera de baja marea (figura 8).

La erosión de los acantilados como los sedimentos aportados por las corrientes fluviales y aquellos de origen biológico se acumulan y conforman las playas de arena (Villota, H. 2015).



Figura 8. Playa de arena (en amarillo) – Playa Blanca.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el área de estudio son del tipo caída de rocas. Este tipo de movimiento se produce cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando. En el caso de los acantilados, el movimiento suele darse en saltos o en caída libre, esto debido a las pendientes muy fuertes (25° a 45°) a muy escarpadas que pueden presentar ($>45^\circ$).

La caracterización de estos eventos se realizó en base a la información obtenida durante el trabajo en campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción in situ; de igual modo, se tomaron datos con GPS, fotografías a nivel de terreno.

5.1 Caída de rocas

Las laderas del acantilado Altos de Kontiki, en el sector donde se realizó la evaluación de coordenadas UTM- zona 18S (302522E; 8634810N) tienen una altura aproximada de 25 m y 37 m de longitud. Se observan bloques inestables individuales y levemente separados del macizo rocoso, susceptibles a desprenderse pendiente abajo, comprometiendo la seguridad física de personas que pueden encontrarse en esta área de playa Blanca (figura 10).

La ladera tiene forma abrupta, presenta variaciones de pendiente que van de muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpado ($>45^\circ$) con una mayor predominancia muy escarpada que van hasta los 85° aproximadamente y donde se evidencian antiguos desprendimientos rocosos. En la parte superior se tienen dos predios sin ocupación solo cuenta con paredes perimetrales que presentan una inclinación hacia el talud de 15° - 20° aproximadamente (figura 11); las paredes que limitan su superficie se observan agrietadas y en su base más cercana al acantilado se exponen fracturas que se continúan hasta la parte baja de la ladera, lo que se muestra concordantes y continuas con las múltiples fracturas que se registran en el área evaluada (figura 15). Las laderas del acantilado muestran huellas de

desprendimientos rocosos antiguos, los cuales, al encontrarse cerca del océano fueron arrastradas por la corriente, quedando algunos bloques sueltos en la arena (figura 12).

El afloramiento rocoso identificado como la Formación Chilca, presenta rocas andesíticas y calizas de resistencia alta al ser evaluada usando el martillo de Schmidt dando como resultados valores de 86 MPa (figura 13). Así mismo, el macizo rocoso se encuentra fuertemente fracturado, con aberturas de 0.2-2cm rellenos de calcita, se evidencia un dique andesítico que corta los estratos rocosos en un ángulo de 80°. En tal sentido una de las principales condicionantes del peligro por caídas de rocas es la red de discontinuidades del macizo rocoso (figura 14). Esta red da lugar a una estructura con planos de debilidad que determina la forma y el tamaño de los elementos inestables con tipos de rotura planar y en cuña. Además, su orientación NE-SO, respecto a la ladera determina la dinámica de su inestabilidad.

Existen viviendas a ambos lados del sector evaluado. En la parte superior, colindando con la antigua carretera Panamericana Sur, se encuentra una vivienda (N°100 antigua Panamericana Sur) que genera un esfuerzo adicional al acantilado, se observa que parte de sus cimientos se encuentran muy cerca del borde superior del acantilado. Hacia el lado norte, las construcciones, limitan con la playa y se encuentran junto al área evaluada soportada sobre parte de la ladera; sin embargo, al encontrarse múltiples fracturas del macizo rocoso, es recomendable hacer una evaluación de las viviendas y entorno al área evaluada y reconocer su estado actual ya que de ocurrir un sismo de gran magnitud frente a las costas de Lima, podría generar un gran inestabilidad del talud que provocaría desprendimientos de bloque y rocas afectando toda el área del acantilado.

5.2 Factores condicionantes

Los factores condicionantes son la pendiente muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpada (>45°), lo cual da facilidad a los desprendimientos por efectos de la gravedad y las características litológicas, ya que el material rocoso presenta muy alto grado de fracturación con aberturas que van de 0.2 -2 cm de separación y rellenos de calcita, modernamente meteorizados y erosionados con evidencias de desprendimientos pasados.

5.3 Factores desencadenantes

Los factores desencadenantes son las precipitaciones excepcionales ya que el ingreso del agua en las fracturas del macizo rocoso disminuye su resistencia y favorece la aceleración del proceso de caídas de rocas. Por otro lado, los sismos pueden generar inestabilidad de todo el acantilado. Para conocer el nivel de aceleración sísmica o sacudimiento del suelo (PGA) para Lima y Callao, se usa el mapa de aceleraciones propuesta por Pulido et al. (2015) y según Indeci – Dipre (2017). Lima sería sometido a una intensidad mayor a VIII MM.



Figura 10. Vista del área susceptible a la ocurrencia de caída de rocas.

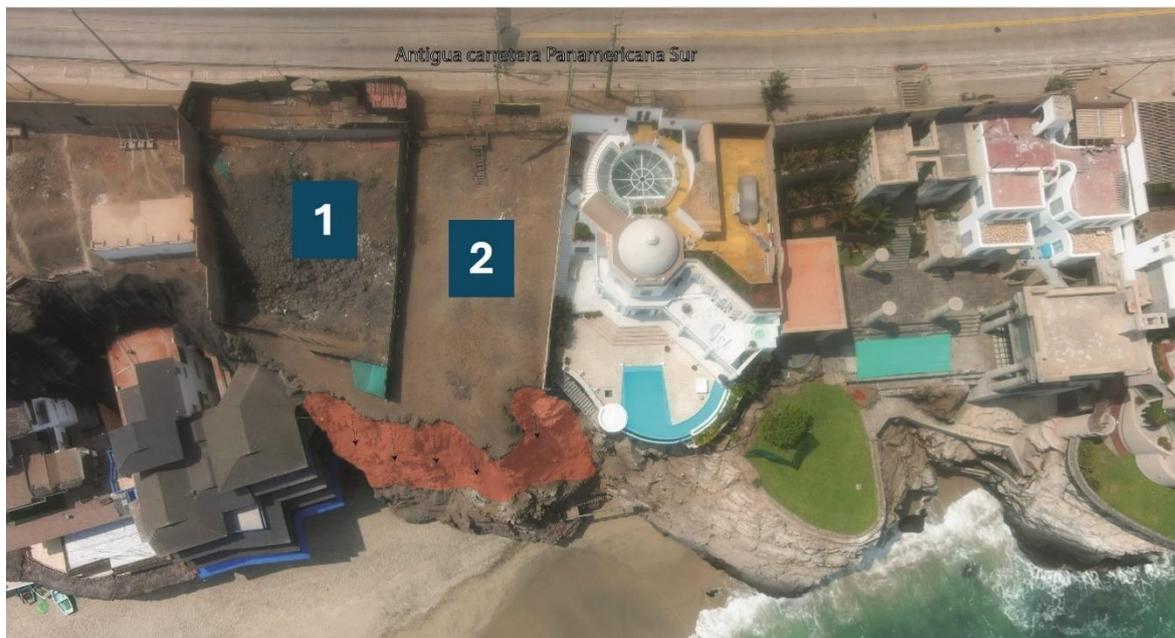


Figura 11. Vista en planta del área susceptible a caídas de rocas y dos predios (1,2), sin ocupación, inclinados hacia el borde del acantilado.



Figura 12. Evidencia de material rocoso. (A). Estado natural de los bloques. (B). Sombreado en anaranjado de bloques rocosos inestables.



Figura 13. Medición de la resistencia de del macizo rocoso



Figura 14. Distribución de las principales discontinuidades, en amarillo los planos de estratificación, en rojo, las discontinuidades.



Figura 15. Parte superior del acantilado se observan los predios que colindan con el borde del acantilado. A. se pueden observar las fracturas B. paredes con fisuras. C. inclinación de los predios hacia el acantilado. D. Infraestructura en blanco al borde del acantilado a 32 m de la antigua carretera Panamericana Sur.

9. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica y geodinámica de la zona de estudio, así como a los trabajos de evaluación de peligros geológicos realizado en campo, se emiten las siguientes conclusiones:

- a) La unidad litoestratigráfica que aflora en el sector evaluado, acantilado Altos de Kontiki, corresponde a la Formación Chilca, conformado por depósitos volcano-sedimentarios, brechas, derrames andesíticos y areniscas estratificadas los cuales se encuentran muy fracturadas y moderadamente meteorizadas. Se observan bloques inestables individuales y levemente separados del macizo rocoso, susceptibles a desprenderse pendiente abajo, comprometiendo la seguridad física de personas que pueden encontrarse a orillas de la playa cerca del acantilado.
- b) Geomorfológicamente, el área evaluada es un acantilado que conforma la parte terminal de una colina. El frente rocoso que mira hacia el mar presenta una altura aproximada de 25 m y cuyas laderas tienen una variación de pendiente que van de muy fuerte (25°- 45°) a muy escarpado (>45°).
- c) La resistencia que presentan las areniscas volcano-sedimentarias (principal componente litológico) es alta (86 MPa), sin embargo, estas se encuentran muy fracturadas con separaciones de 0.2 -2 cm, rellenos de calcita y moderadamente meteorizadas y erosionadas, se pueden observar antiguas caídas de roca.
- d) La red de discontinuidades que se observan en el acantilado da lugar a estructuras con planos de debilidad que determina la forma y el tamaño de los elementos inestables, estos pueden generar tipos de rotura planar y en cuña. Además, su orientación NE-SO, respecto a la ladera determina la dinámica de su inestabilidad, esto puede generar movimientos en masa de tipo caída de rocas.
- e) En la parte superior del acantilado se tienen dos predios inhabitados que presentan una inclinación hacia el talud de 15°-20° aproximadamente y cuyas paredes perimetrales se observan agrietadas; en su base más cercana al acantilado se exponen fracturas que se continúan hasta la parte baja de la ladera. Se observa también una edificación que genera un esfuerzo adicional sobre la ladera y cuya parte de sus cimientos se encuentran sobre el borde del acantilado.
- f) Los factores condicionantes son la pendiente muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpada (>45°), las características rocosas de fracturamiento muy alto, moderada meteorización y erosión marina que va socavando el pie del acantilado. Los factores desencadenantes son los sismos y precipitaciones pluviales excepcionales ya que el ingreso del agua proveniente de estas en las fracturas del macizo rocoso disminuye su resistencia y favorece la aceleración del proceso de caídas de rocas.
- g) Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, el área evaluada en el acantilado "Altos de Kontiki" es considerado como zona de **peligro medio** ante la ocurrencia de peligros geológicos por caídas de rocas.

10. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

- a) Para las rocas susceptible a desprenderse, se debe implementar medidas de mitigación estructural que garanticen su estabilización, estos pueden ser: instalación de mallas ancladas, barreras dinámicas, red de anillos, entre otros; utilizados en forma independiente o combinada, con el fin de reducir el peligro frente a la caída de rocas. Dichas obras deben ser realizadas por profesionales especializados que evalúen previamente la capacidad portante de la roca.
- b) Realizar el desquinche de las rocas sueltas ubicadas en las laderas, trabajo que debe ser realizado por profesionales con experiencia en el tema.
- c) No permitir cortes de taludes en el acantilado para construcción de cualquier infraestructura que generen esfuerzos adicionales y provoquen la inestabilidad de este sector del acantilado, sin un estudio previo geotécnico especializado.
- d) Verificar el estado de las viviendas que se encuentran sobre el acantilado, ya que los cimientos pueden estar siendo afectados por la carga adicional sobre la ladera, asimismo verificar el estado de las viviendas que se soportan sobre las laderas del acantilado.



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

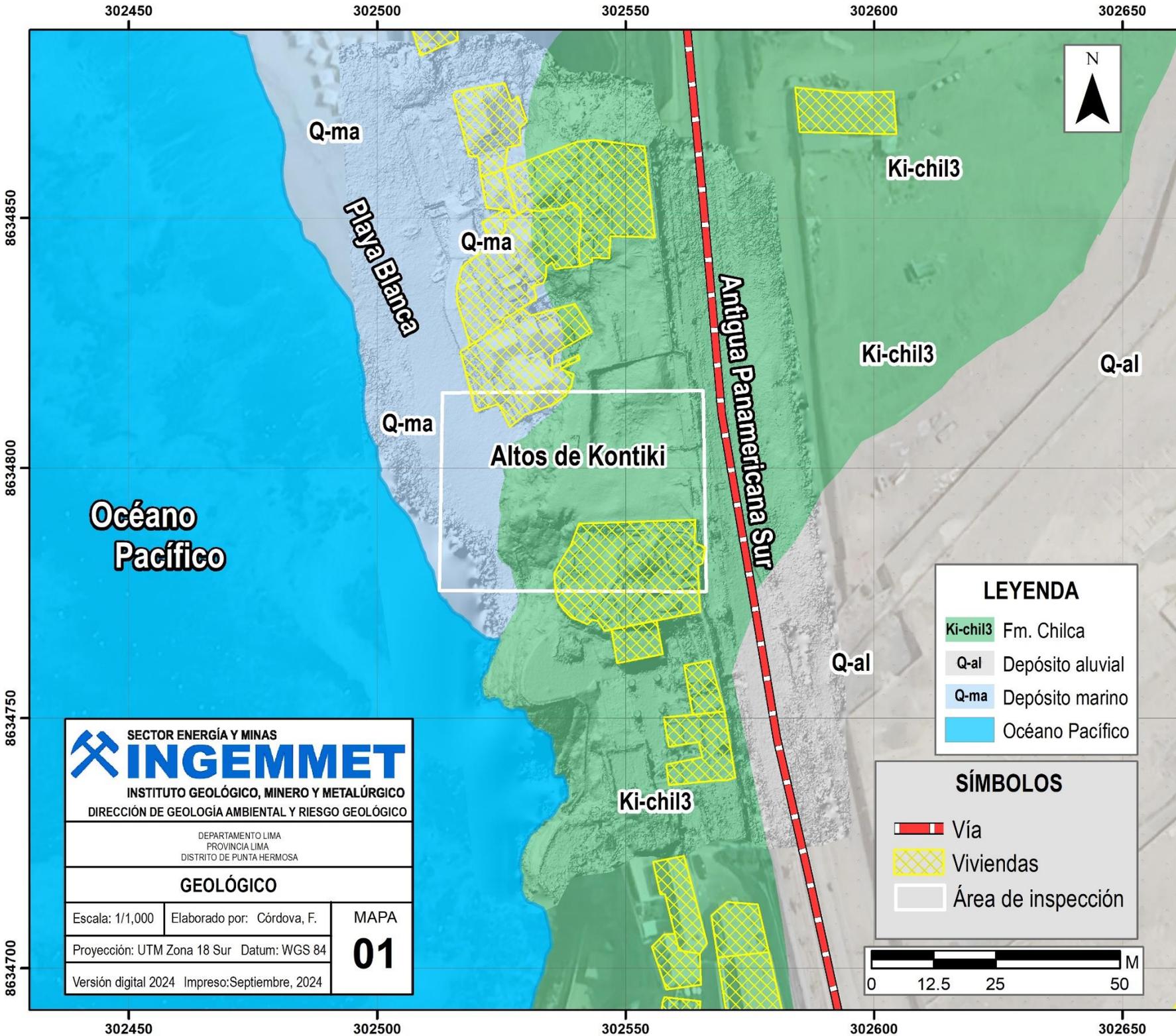


Ing. BILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

11. BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- 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.
- INDECI – DIPRE (2017) Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw. Disponible en: <https://portal.indeci.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/01/201711231521471-1.pdf>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2017). Peligros geológicos y geohidrogeológicos detonados por el evento del Niño Costero 2017 en la región Lima y parte de Ica. INGEMMET. Boletín Serie A N°67589, 169p
- 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
- Senamhi. (2020). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Tejada, R. (2017). “Análisis de la vulnerabilidad costera frente a un posible aumento del nivel del mar: sector costero Lurín-Pucusana (provincia de lima)”. Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú, 240 p.
- Villacorta, S.; Núñez, S.; Tatard, L.; Pari, W. & Fídel, L. (2015). Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao, INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 59, 156 p., 07mapas
- Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXOS



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
 PROVINCIA LIMA
 DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

GEOLÓGICO

Escala: 1/1,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		01
Versión digital 2024 Impreso: Septiembre, 2024		

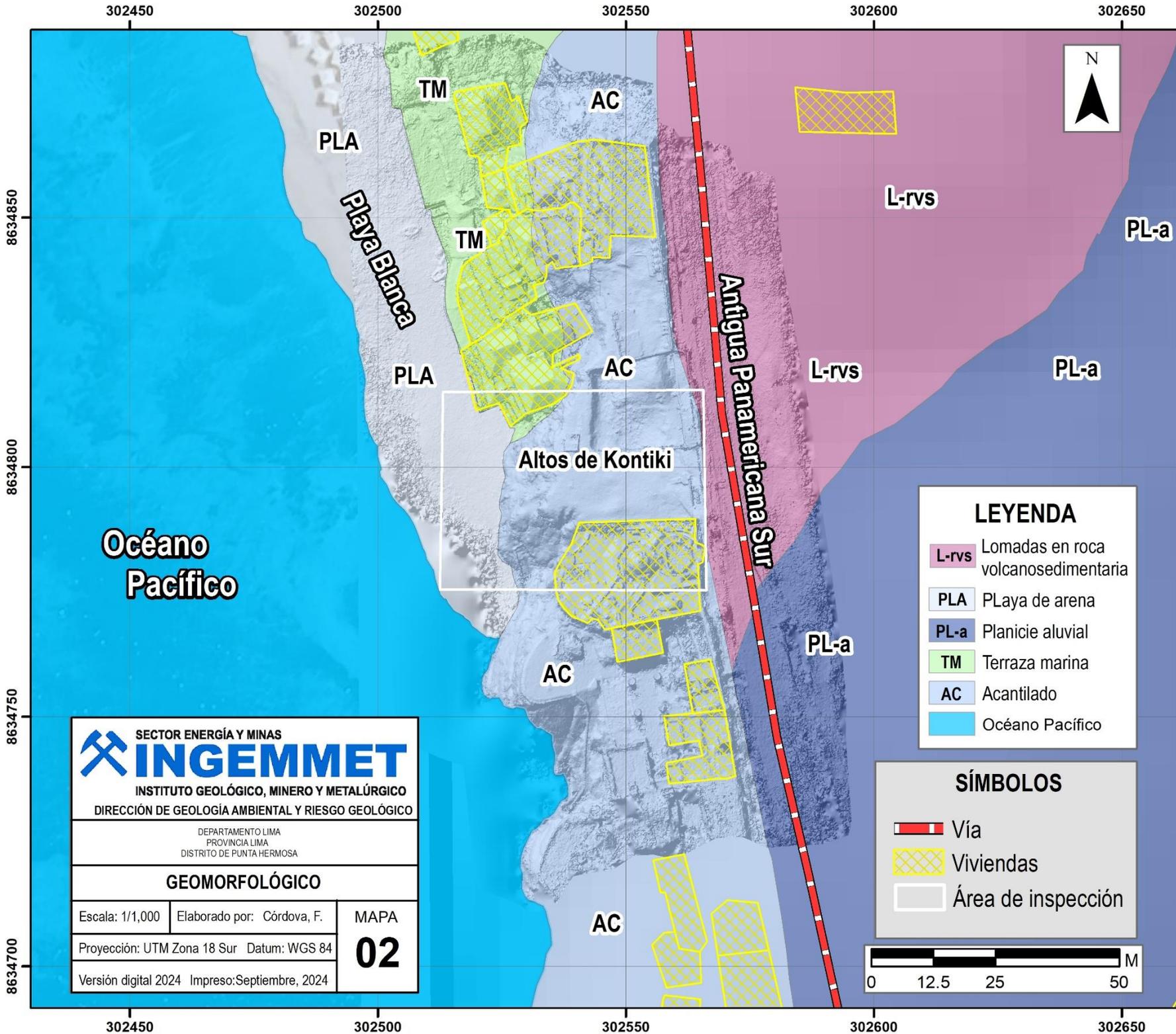
LEYENDA

- Ki-chil3 Fm. Chilca
- Q-al Depósito aluvial
- Q-ma Depósito marino
- Océano Pacífico

SÍMBOLOS

- Vía
- Viviendas
- Área de inspección





SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
 PROVINCIA LIMA
 DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

GEOMORFOLÓGICO

Escala: 1/1,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2024 Impreso: Septiembre, 2024		

LEYENDA

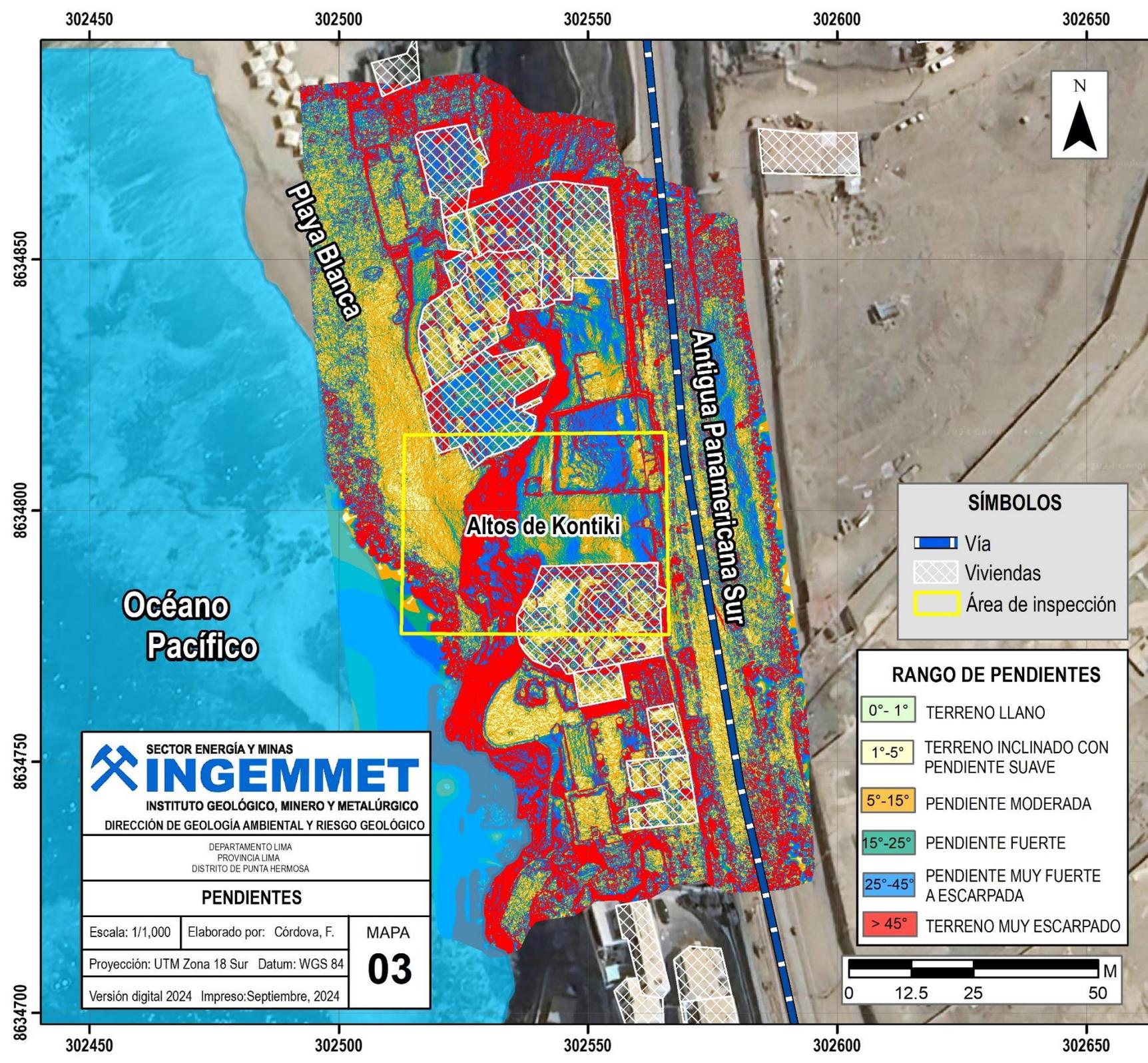
- L-rvs Lomas en roca volcanosedimentaria
- PLA Playa de arena
- PL-a Planicie aluvial
- TM Terraza marina
- AC Acantilado
- Océano Pacífico

SÍMBOLOS

- Vía
- Viviendas
- Área de inspección

0 12.5 25 50 M





SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
 PROVINCIA LIMA
 DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

PENDIENTES

Escala: 1/1,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA 03
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2024 Impreso: Septiembre, 2024		

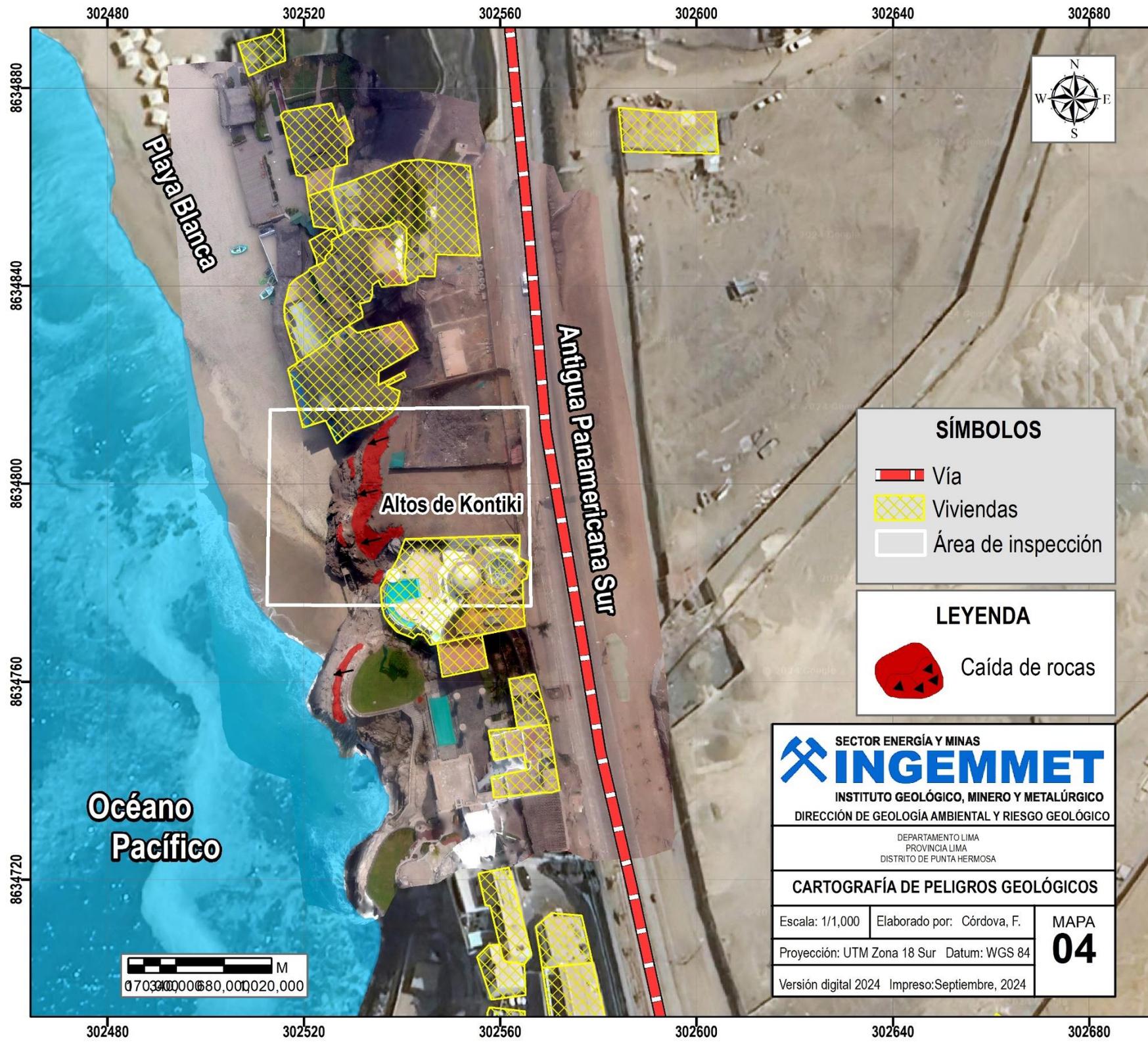
SÍMBOLOS

- Vía
- Viviendas
- Área de inspección

RANGO DE PENDIENTES

- 0°- 1° TERRENO LLANO
- 1°-5° TERRENO INCLINADO CON PENDIENTE SUAVE
- 5°-15° PENDIENTE MODERADA
- 15°-25° PENDIENTE FUERTE
- 25°-45° PENDIENTE MUY FUERTE A ESCARPADA
- > 45° TERRENO MUY ESCARPADO





SÍMBOLOS

- Vía
- Viviendas
- Área de inspección

LEYENDA

- Caída de rocas

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
 PROVINCIA LIMA
 DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Escala: 1/1,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2024 Impreso: Septiembre, 2024		

