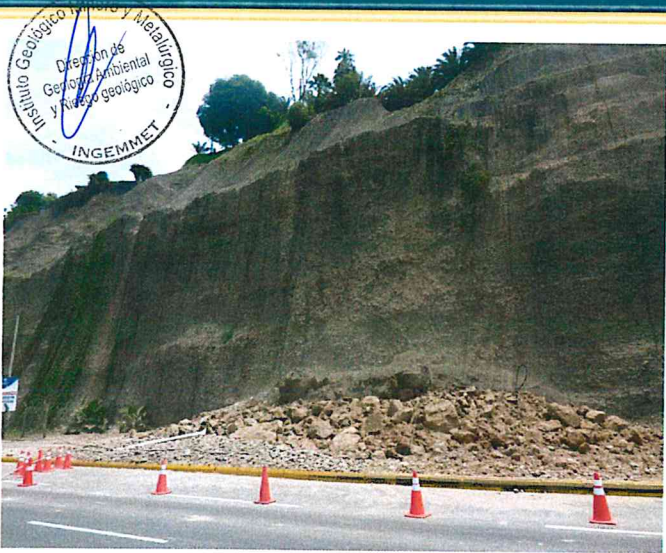


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7020**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL MALECÓN PEDRO DE OSMA - ACANTILADO DE LA COSTA VERDE

Región Lima  
Provincia Lima  
Distrito Barranco



FEBRERO  
2020

001 TUL...NFO...ET / 20



**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN  
EL MALECÓN PEDRO DE OSMA - ACANTILADO DE LA COSTA VERDE**

**(DISTRITO BARRANCO, PROVINCIA LIMA, REGIÓN LIMA)**

**INDICE**

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos del estudio	3
1.2 Antecedentes y trabajos anteriores	3
2. ASPECTOS GENERALES	4
2.1 Ubicación y accesibilidad	4
2.2 Clima	6
3. GEOLOGÍA	6
4. GEOMORFOLOGÍA	8
4.1 Pendiente del terreno	8
4.2 Unidades geomorfológicas	9
4.2.1 Geoformas de carácter depositacional y agradacional	9
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	10
5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa	10
5.1.1 Conceptos básicos	10
DERRUMBE EN EL ACANTILADO DE LA COSTA VERDE - SECTOR	
6. MALECÓN PEDRO DE OSMA	12
6.1 Causas	13
6.2 Daños	14
7. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	16
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	21

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN  
EL MALECÓN PEDRO DE OSMA - ACANTILADO DE LA COSTA VERDE**

**(DISTRITO BARRANCO, PROVINCIA LIMA, REGIÓN LIMA)**

**RESUMEN**

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el acantilado de la Costa Verde, sector Malecón Pedro de Osma, frente a la playa Los Yuyos, que pertenece a la jurisdicción de la municipalidad distrital de Barranco. 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, confiable, oportuna y accesible en geología.

La parte media del acantilado de la Costa Verde (malecón Pedro de Osma) es afectado por peligros geológicos de tipo derrumbes y caída de rocas; que produjo la caída de material aluvial que obstruyó la vía de dirección norte-sur del Circuito de Playas de la Costa Verde.

Entre los factores condicionantes que originaron el derrumbe del 18 de diciembre del 2019, se tienen: la pendiente del terreno fuerte a muy escarpada, el tipo de depósito aluvial, conformado por intercalaciones de suelos material grueso (grava) y suelos finos (limo-arcilla) poco a medianamente compacto y la presencia de hasta tres familias de discontinuidad en el acantilado.

Por las condiciones geológicas-geodinámicas presentes en el sector del malecón Pedro de Osma, se le considera como zona crítica de muy alto peligro a la ocurrencia de derrumbes, caída de rocas y deslizamientos, ante la ocurrencia de sismos y precipitaciones pluviales extraordinarias.

Finalmente, en el presente informe se brindan recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades pongan en práctica para reducir la vulnerabilidad y por tanto el riesgo a los peligros geológicos. Estas propuestas de solución se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados; así como también evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños.



## 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 7), 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. Es en el marco de estas competencias que se realizó la inspección de los eventos de tipo movimientos en masa ocurridos el día 18 de diciembre del 2019 en el acantilado de la Costa Verde, sector malecón Pedro de Osma, frente a la playa Los Yuyos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros Segundo Nuñez J y Manuel Vilchez M. para que realicen la evaluación técnica respectiva. Los trabajos de campo se realizaron el día 18 de diciembre del presente año.

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), el cartografiado geológicos y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Barranco, 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:

- Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el acantilado de la Costa Verde, sector Malecón Pedro de Osma – Playa Los Yuyos, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas, vehículos, obras de infraestructura y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.
- Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

### 1.2 Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones hechas por INGEMMET que incluyen los acantilados de la Costa Verde relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

Boletín N° 59, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao” (2015); se identifican los peligros geológicos y geohidrológicos que pueden causar desastres dentro del ámbito de estudio. Se identificó un total de 848 ocurrencias de peligros, se determinan 107 zonas críticas, de las cuales la zona crítica N° 95 corresponde la zona de los acantilados de la Costa Verde, ubicado en los distritos de Magdalena del Mar, Barranco, Miraflores, San Isidro, Chorrillos y San Miguel. Los peligros geológicos identificados en esta zona son de caída de rocas, derrumbes y procesos de erosión de laderas (surcos y cárcavas). El estudio también realiza un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa (escala 1: 100 000) en donde los acantilados de la Costa Verde presentan muy alta susceptibilidad (figura 1). Entendiéndose susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), 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); los detonantes o desencadenantes de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

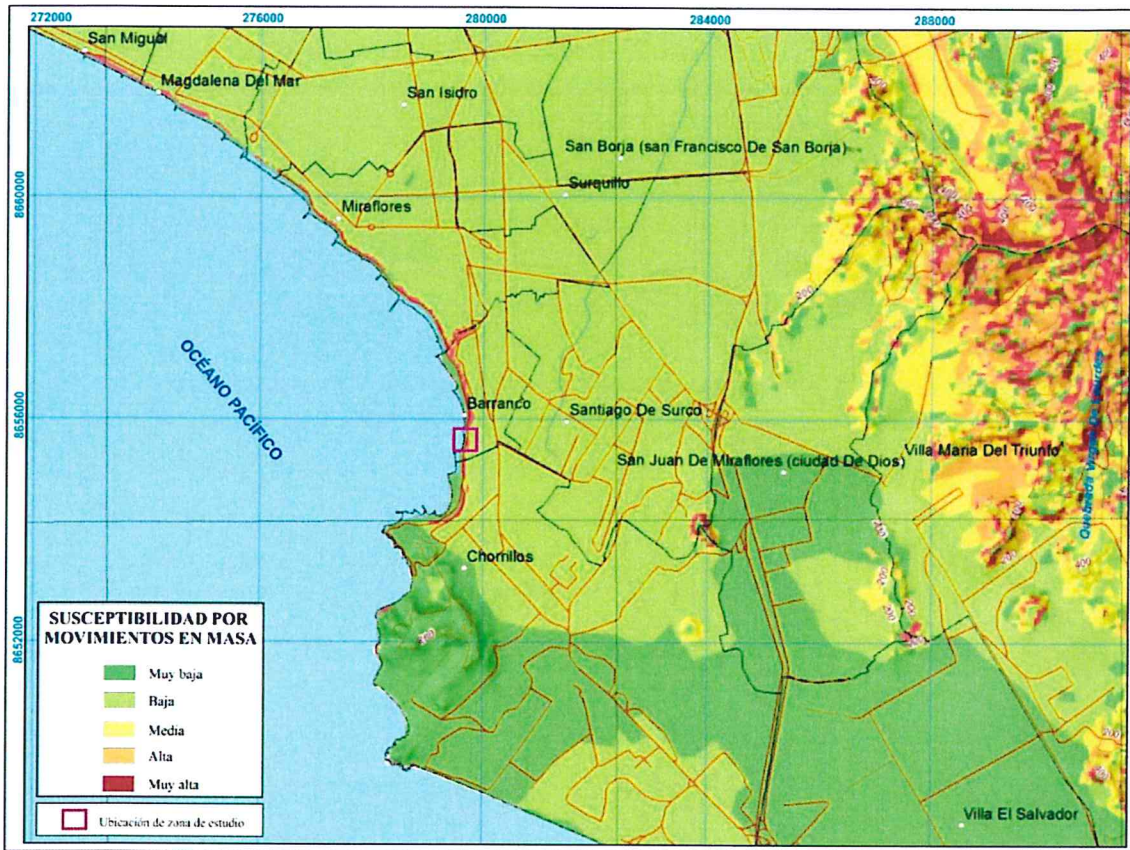


Figura 1: Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa (tomado del estudio de “Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao”, Villacorta et al., 2015).

En la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Mala (26-j), Lurín (25-j) y Lima (25-1) (INGEMMET, 2003); describe la información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía, rocas ígneas y la geología estructural del área de dichos cuadrángulos.

Boletín N° 18, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Estudio de seguridad física de los acantilados de la Costa Verde” (1997); tiene como objetivo realizar el análisis de la composición, origen y características geomecánicas de los materiales que conforman los acantilados y emitir recomendaciones que puedan servir para mejorar sus condiciones de estabilidad.

Boletín N° 43, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Lurín, Chancay y Chosica” (1992), se describe la geología presente en la zona evaluada.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1 Ubicación y accesibilidad

La zona inspeccionada corresponde al acantilado de la Costa Verde ubicado a la altura del Malecón Pedro de Osma, que pertenece al distrito de Barranco, provincia Lima, región de Lima (figura 2), en las coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18S) siguientes:



Sector malecón Pedro de Osma - acantilado Costa Verde – Barranco		
Norte	Este	Altitud
8655584	279695	24 m s.n.m

El acceso a la zona utilizando un vehículo desde el INGEMMET, se realiza mediante la siguiente ruta:

Ruta	Vía	Km	Tiempo estimado
Parte baja del acantilado: Av. Canadá Cdra. 14 – Av. del Aire – Av. Javier Prado Oeste – Vía Expresa Paseo de la República – Bajada Armendáriz – Circuito de Playas – Playa Los Yuyos.	Terrestre	12.1	14 min.
Parte alta del acantilado: Av. Canadá Cdra. 14 – Av. del Aire – Av. Javier Prado Oeste – Vía Expresa Paseo de la República – Jr. Carlos Arrieta – Av. Almt. Miguel Grau – Parque Municipal – Av. Pedro de Osma – Jr. Lavalle – Malecón Pedro de Osma.	Terrestre	10.3	10 min.

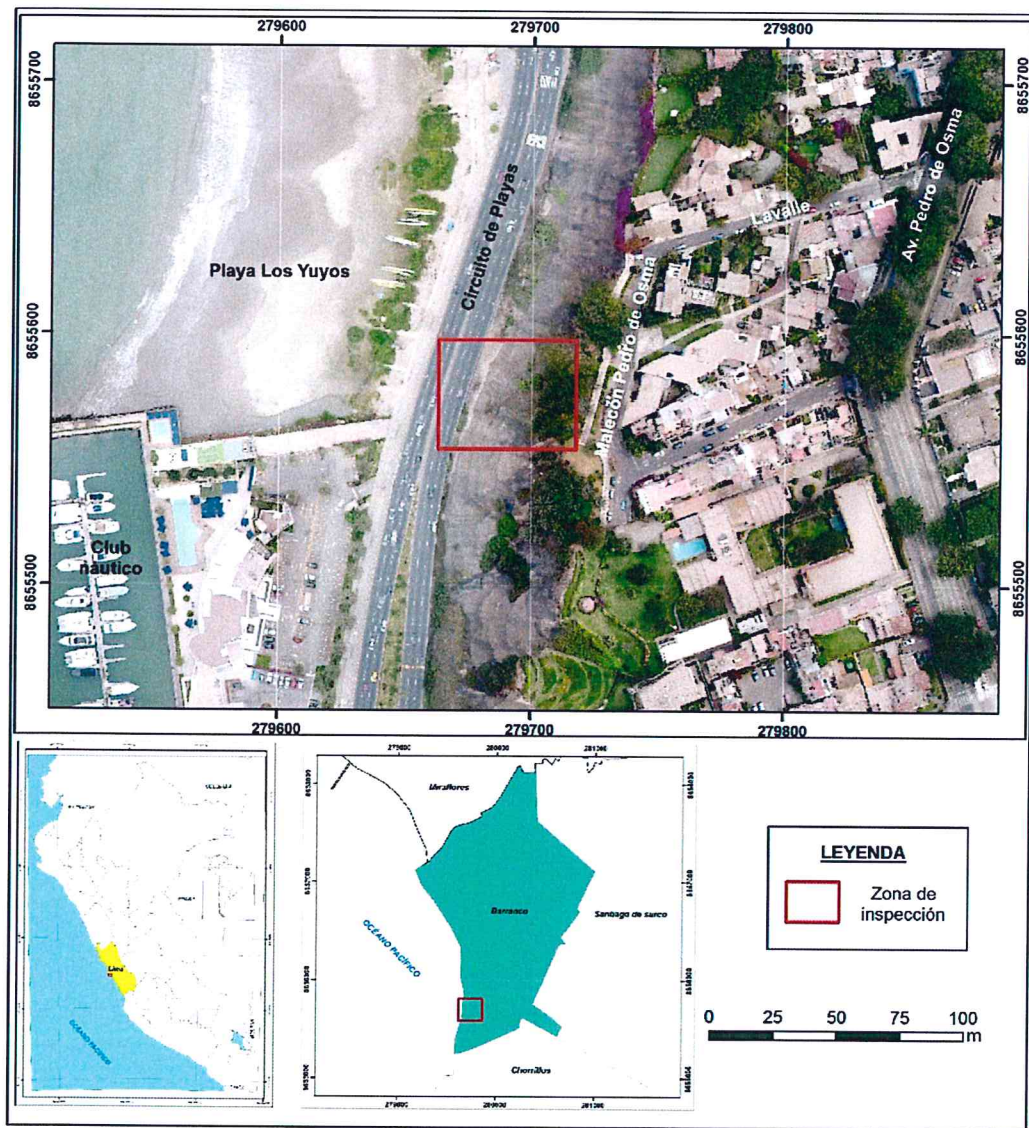


Figura 2: Mapa de ubicación de la zona inspeccionada.



## 2.2 Clima

La zona de la Costa Verde está sometida a condiciones microclimáticas, particularizadas dentro de la costa peruana como semiárido, bañado por brisas marinas. A pesar que no se registran variaciones extremas entre las temperaturas máximas y mínimas anuales, se tiene una nubosidad permanente, durante los meses abril a noviembre; y un elevado contenido de humedad en todos los meses del año. Los vientos no son de gran intensidad y las precipitaciones están referidas a la presencia de garúas invernales que ocurren cuando la saturación de la humedad relativamente ha llegado a su máxima (Guzmán, et al., 1997).

## 3. GEOLOGÍA

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización de los cuadrángulos de Mala, Lurín y Lima (León y De la Cruz, 2003), donde se tienen principalmente depósitos Cuaternarios. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

### a) Cenozoico – Cuaternario

#### Depósito aluvial (Qpl-al)

Estos depósitos se encuentran formando los conos de deyección de los ríos Chillón, Rímac y Lurín que alcanza espesores de hasta 600 m, sobre los que se asientan centros urbanos y la agricultura. El principal depósito aluvial del Pleistoceno lo constituye el antiguo cono aluvial del río Rímac, donde se asienta la ciudad de Lima.

La litología de esos depósitos aluviales visto a través de terrazas y cortes comprende conglomerados, conteniendo gravas y bloques, de rocas de tipo principalmente intrusivas y volcánicas, con una matriz de arenas y arcillas; también se tiene arenas con diferente granulometría, menor proporción limos y arcillas; se le asigna una edad al depósito una edad Pleistoceno.

Localmente en la zona de inspección se presenta en la base una secuencia de 20 m de espesor de gravas (conglomerado), con estructura lenticular de material limo-arcilloso; le sigue una intercalación limo-arcillosa de 4 m de espesor de color crema a amarillo claro, por encima aparecen nuevamente el nivel de gravas de unos 21 m aproximadamente; finalmente en la parte superior se tiene niveles de arcilla (figura 3 y 4).



Figura 3: Vista con dirección al oeste donde se diferenciaron los niveles de material grueso y fino que forman el acantilado de la Costa Verde.



**Depósito marino (Qh-m)**

Comprende acumulaciones de arena, limo y gravas retrabajados y distribuidos por corrientes a lo largo del borde litoral como producto de la erosión y disgregación de las rocas de los acantilados, así como de los materiales acarreados por los ríos al océano. Estos depósitos están constituidos principalmente por arenas de grano medio a fino, de color gris amarillento conteniendo cuarzo, micas y ferromagnesianos; y en menor proporción limos inconsolidados de color gris claro conteniendo restos de conchas marinas. En la playa Los Yuyos estos depósitos marinos son resultado de la acumulación de sedimento fino (arenas) entre los espigones de rocas colocados en este sector (figura 4).

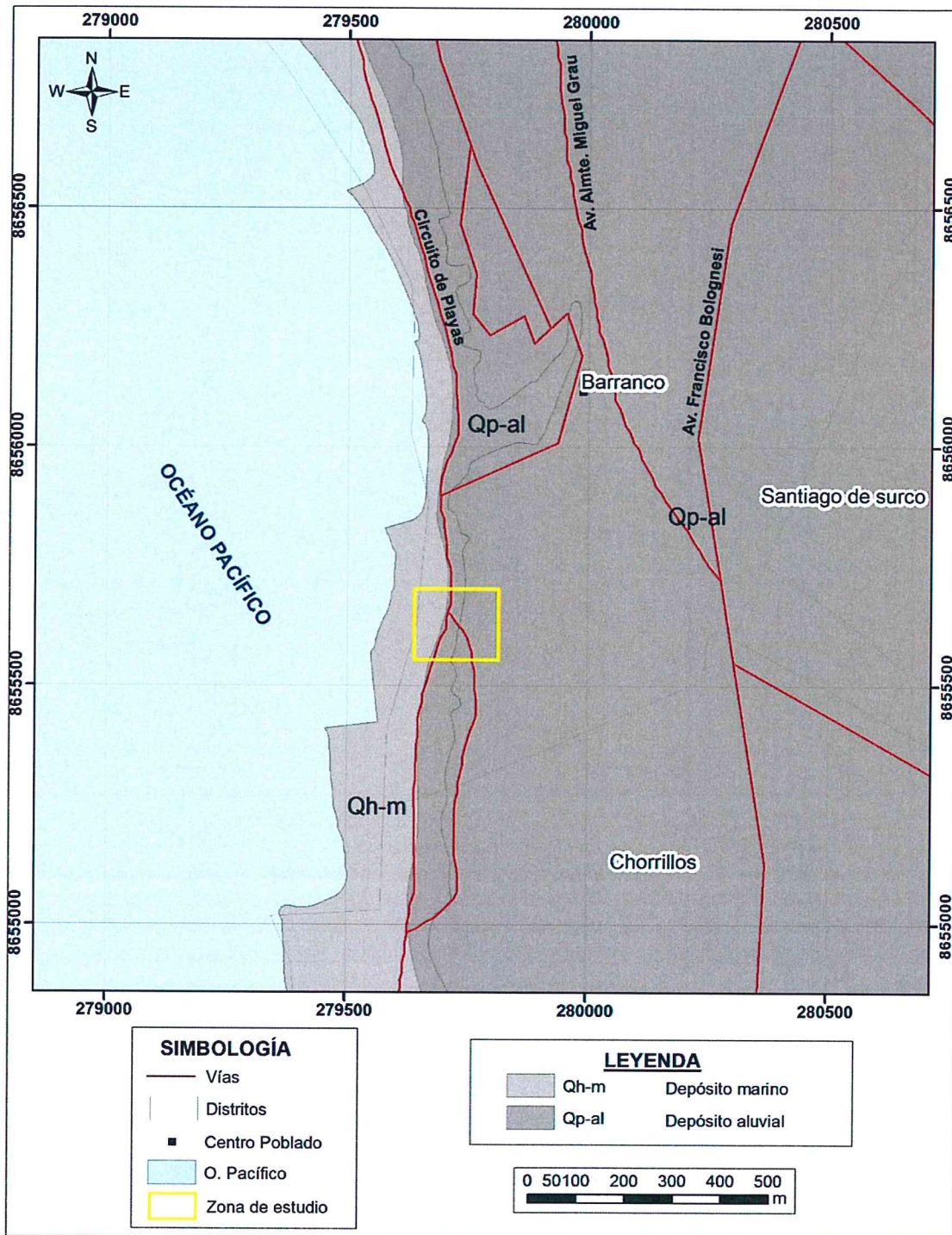


Figura 4: Mapa geológico de la zona inspeccionada.



## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1 Pendiente del terreno

Los rangos de pendiente en la zona inspeccionada van de rangos de terrenos llanos a inclinados suavemente ( $1^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), con un cambio abrupto a terrenos escarpados ( $> 45^{\circ}$ ) en la base y zona media del acantilado, a pendiente muy fuerte ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) en la parte alta del acantilado, para nuevamente cambiar a un terreno con suave pendiente correspondiente a la planicie aluvial (figura 5 y 6).

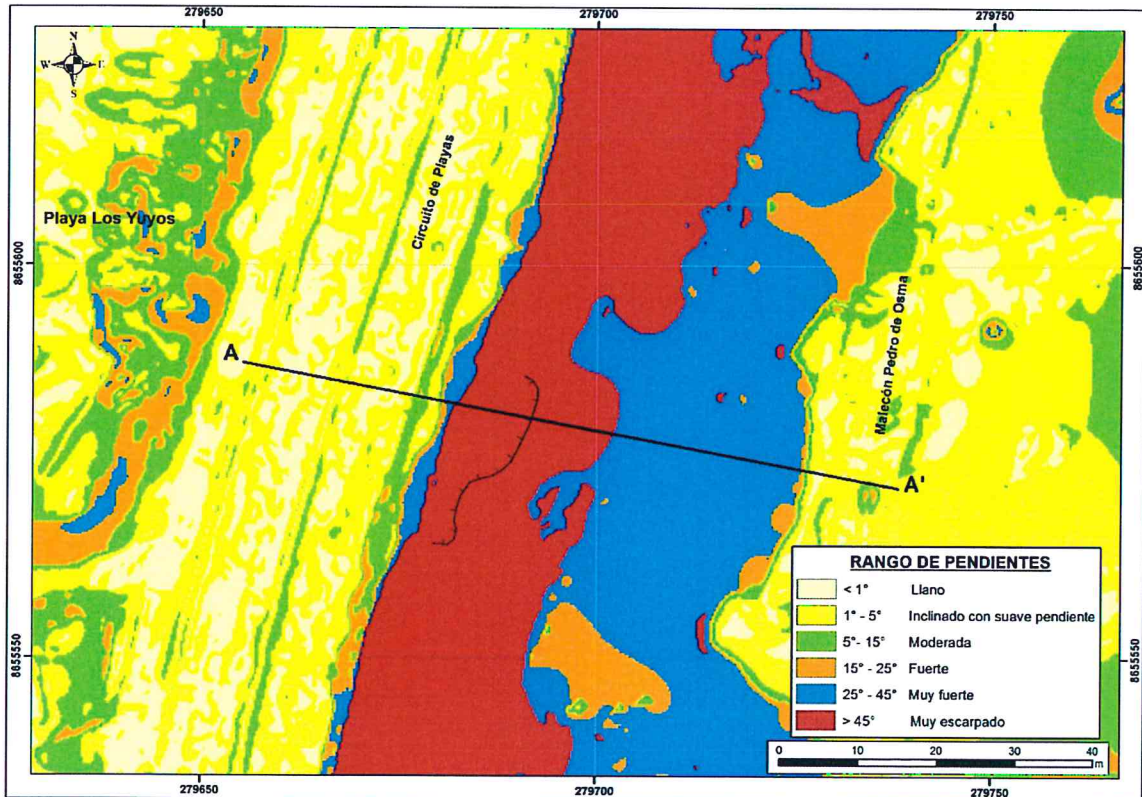


Figura 5: Mapa de pendientes en el sector del Malecón Pedro de Osma – Playa Los Yuyos afectado por peligro geológico por movimientos en masa. (el modelo elaborado considera las viviendas ubicadas en la parte superior del acantilado) (Elaborado a partir de un modelo digital del terreno-dtm de La Costa Verde proporcionado por INDECI).



Figura 6: Vista con dirección al sur donde se puede observar las pendientes del acantilado.

## 4.2 Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada se identificó las siguientes unidades geomorfológicas (figura 7):

### 4.2.1 Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan otras geoformas preexistentes:

#### Subunidad Planicie aluvial (Pal)

Corresponde al material acumulado por el abanico aluvial del río Rímac, cuyas cabeceras se encuentra en las cumbres más altas de la sierra de la región Lima (Villacorta, et al., 2015). Geoforma que se extiende desde el borde litoral hasta las estribaciones andinas. Poseen un relieve plano-ondulado cuya pendiente es menor a los 5°. Se encuentra cubierto en la actualidad por construcciones de la ciudad de Lima.

#### Subunidad Acantilado (ACN)

Subunidad de origen marino que se encuentra siguiendo la línea costera, a lo largo de la cual se ha desarrollado la zona de ribera actual, donde destacan entrantes y salientes conformando playas delgadas y acantilados (Guzmán et al., 1997).

Sub-unidad que configura paredes de fuerte pendiente ( $>30^\circ$ ) de más de 40 m de alto, que tienen su origen en la erosión marina producida en el frente del abanico aluvial del río Rímac.

#### Subunidad Borde litoral y playas (B-pl)

El borde litoral actual se debe al nivel que tiene el nivel del mar hoy en día, esta configuración depende factores como son el levantamiento tectónico propiciado por el proceso de subducción y la cantidad de agua retenida en los continentes en forma de masas de hielo. Por esta razón, en una escala de miles o decenas de miles de años, el borde litoral puede haber experimentado considerables variaciones (Villacorta et al., 2015).

Las playas son el resultado de la depositación artificial de material detrítico transportado por el mar, como consecuencia de la construcción de espigones. Aunque la fracción predominante suelen ser arenas finas, en el caso de Lima Metropolitana también son abundantes las partículas de mayor tamaño (gravas y cantos), procedentes en parte de desprendimientos de los acantilados de la Costa Verde; específicamente para las playas que se encuentran en la zona evaluada corresponde a depósitos de arena.



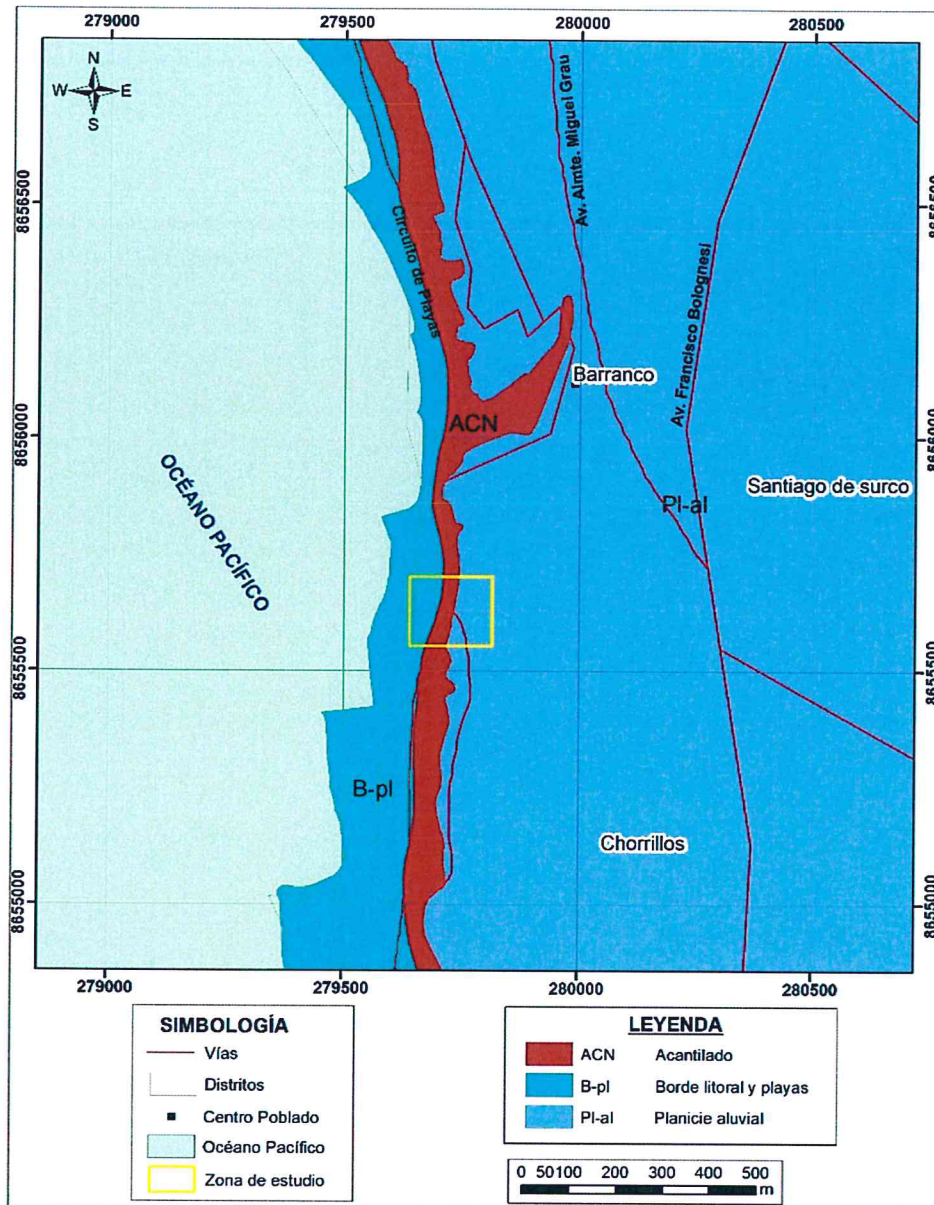


Figura 7: Mapa geomorfológico de la zona inspeccionada.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

### 5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa

Los peligros geológicos reconocidos en la zona inspeccionada, corresponden a movimientos en masa de tipo caídas (derrumbes) (PMA: GCA, 2007).

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, a la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Se consideran como “desencadenante” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias, así como la sismicidad.

#### 5.1.1 Conceptos básicos

A continuación, se muestran algunos conceptos referentes a la terminología de peligros geológicos por movimientos en masa que son utilizados en el presente informe técnico.



### a) Caídas

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra un desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material, cae desplazándose principalmente por el aire, y puede efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido, se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden & Varnes, 1996), es decir, con velocidades mayores a  $5 \times 10^1$  mm/s.

En función al mecanismo principal y la morfología de las zonas afectadas por el movimiento, así como del material involucrado, las caídas se subdividen en tres tipos principales: aludes, caída de rocas y derrumbes.

En el sector de Malecón Pedro de Osma, ubicado en la parte superior del acantilado de la Costa Verde, en el tramo que le pertenece al distrito de Barranco, se identificó a través de trabajos de campo, la ocurrencia de un derrumbe arrancado en la parte media del acantilado, que produjo la obstrucción de la vía circuito de playas.

**Derrumbe:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros (figura 8). Se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

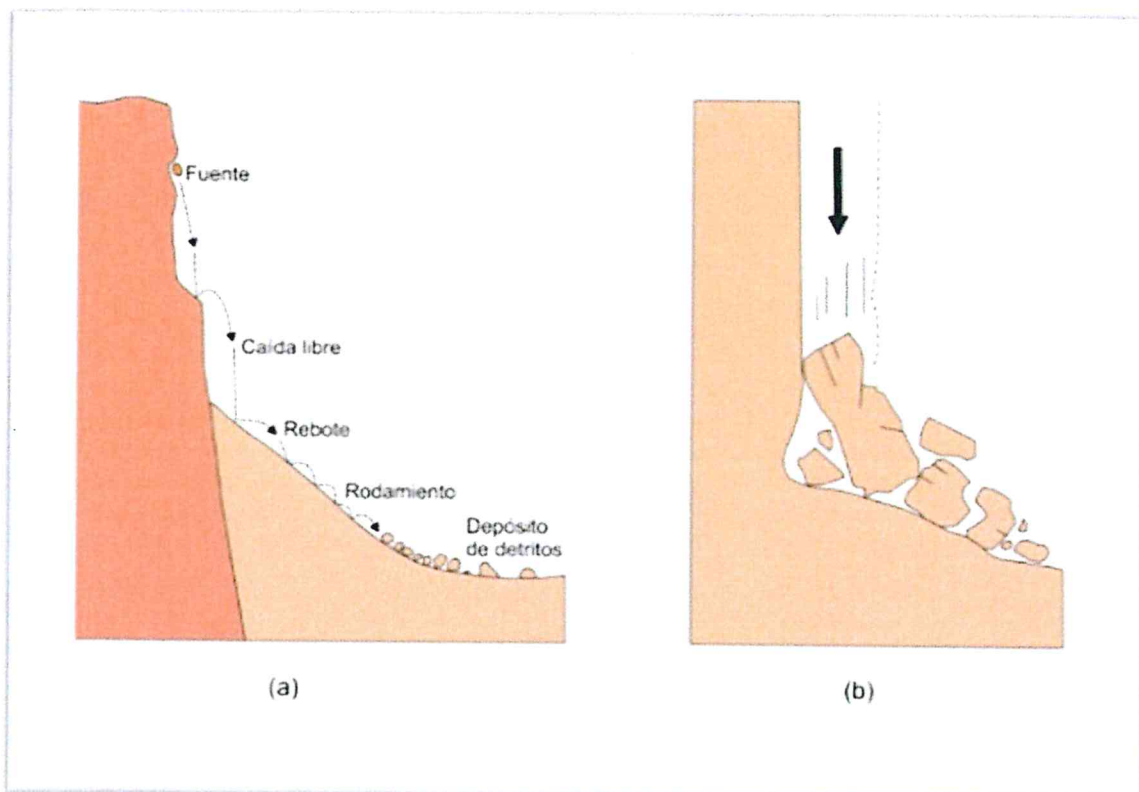


Figura 8: Esquema de un derrumbe.



## 6. DERRUMBE EN EL ACANTILADO DE LA COSTA VERDE – SECTOR MALECÓN PEDRO DE OSMA

El evento localizado en la parte media del acantilado de la Costa Verde a una altitud de 24 m s.n.m. por debajo del Malecón Pedro de Osma, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad de Barranco, puede ser caracterizado a través de los trabajos de campo realizados en la zona el día 18 de diciembre del presente.

Por lo observado durante los trabajos de campo, se puede tipificar al evento ocurrido el día 18 de diciembre de 2019 como un derrumbe (figuras 9, 10 y 11); el evento produjo el colapso de parte del acantilado de la Costa Verde, conformado en este sector por material de origen aluvial acumulado por la actividad del río Rímac en el pasado.

La zona de arranque se localiza en la parte media del acantilado a unos 24 m por encima de la pista Circuito de Playas de la Costa Verde. Es importante destacar que los acantilados en este distrito aparecen cubiertos por una geomalla en su totalidad, desde el borde hasta el pie del acantilado, cubriendo en su totalidad los 50 m de altura del acantilado.

Se considera que la colocación o revestimiento de todo el acantilado de la Costa Verde con las respectivas geomallas responde a estudios geotécnicos de detalle, que determinaron su aplicación y funcionalidad para contrarrestar los daños producidos para determinados tipos de procesos (caída rocas y suelo, en volúmenes reducidos).

Por lo observado en la zona de derrumbe, se pudo determinar que la mayor cantidad del material colapsó en el evento principal, comprometiendo un nivel limo-arcilloso de cuatro metros de grosor, que en su caída arrastró el material de grava infrayacente; el gran volumen involucrado en el derrumbe no pudo ser retenido por la geomalla (figura 9), siendo su utilidad nula y el material cubrió la vía de sentido sur-norte del Circuito de Playas de la Costa Verde.



Figura 9: Vista con dirección hacia el noreste donde se ha delimitado el derrumbe en el acantilado de la Costa Verde, por debajo del malecón Pedro de Osma.



El derrumbe en el acantilado de la Costa Verde, sector Malecón Pedro de Osma, frente a la playa Los Yuyos tiene las siguientes características y dimensiones (figura 10):

- Ancho promedio de la zona de arranque: 24 m
- Forma de la superficie de rotura: regular - elongada
- Diferencia de altura aproximada de la zona de arranque a la base del derrumbe: 24 m
- Dirección (azimut) del movimiento: N 290°
- Área del derrumbe (considerando la zona de arranque y el depósito): 677 m<sup>2</sup>
- Volumen aproximado de material colapsado: 500 m<sup>3</sup>.
- Presencia de material colgado por detrás de la zona de arranque del derrumbe que forma una cornisa inestable.

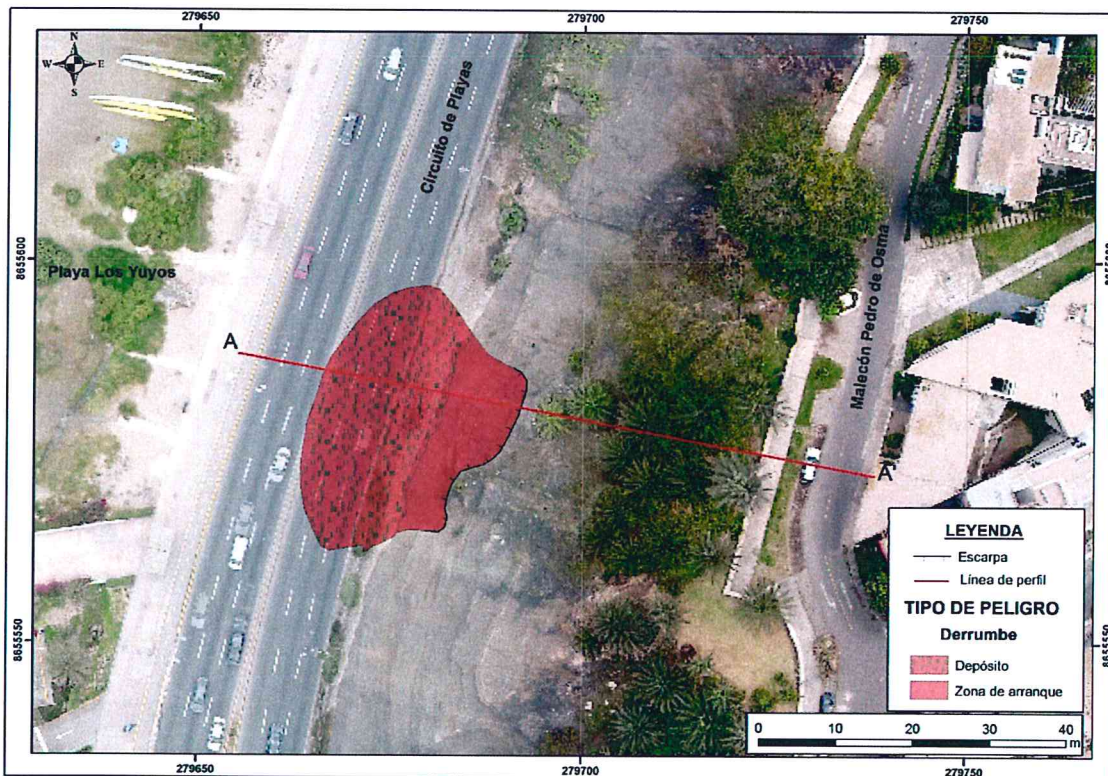


Figura 10: Mapa de peligros geológicos por movimientos en masa en detalle del sector malecón Pedro de Osma – acantilado de la Costa Verde, distrito Barranco.

## 6.1 Causas

### *Factores de sitio:*

- Configuración geomorfológica del área, manifestada en la presencia de un acantilado que alcanza los 50 m de altura (ubicación de la zona de arranque del derrumbe) (figura 11).
- Pendiente promedio de los acantilados, desde la base hasta la zona de derrumbe 70°; hacia arriba la pendiente cambia a 60°, para llegar a la parte alta con un ángulo de > 35°.
- Características de los suelos del área, conformada por depósitos aluviales (niveles de grava subredondeada en matriz limo-arenosa, no plástico, masivo, semicompacto, seco, de permeabilidad media a alta; se intercalan horizontes de limo-arcilla, secos e incompetentes, (Guzman, et al., 1997); poco a medianamente compactados.
- Cobertura vegetal ausente en la zona.



- No se produjeron daños directos a personas en la parte superior del acantilado; ni a personas, vehículos y sus ocupantes que circulan por la vía Circuito de Playas localizado en la parte baja del acantilado; pero si el material colapsado obstruyó totalmente el paso de vehículos por un día en el sentido sur-norte de la vía (fotografía 2).



Figura 12: Vista de mangueras en mal estado, con fugas de agua ubicadas en el jardín del malecón Pedro de Osma, ubicado por encima de la zona de derrumbe.



Fotografía 1: En la imagen se puede ver el poste de alumbrado eléctrico afectado por el derrumbe.





Fotografía 2: Vista con dirección al sur donde se puede observar las labores de limpieza del carril sur a norte bloqueado con el material del derrumbe.

## 7. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

En la actualidad, las características del terreno (intrínsecas) que favorecieron la ocurrencia del derrumbe continúan; por lo que se debe tener presente que con un evento sísmico pueden producirse nuevos derrumbes. La generación de nuevos eventos puede traer como consecuencia nuevos bloqueos de la vía Circuito de Playas de la Costa Verde, esto dependerá del volumen de material que este comprometido en los derrumbes. Estas apreciaciones se sustentan en las siguientes condiciones encontradas en la zona evaluada:

- La pendiente del acantilado con una inclinación muy escarpada en la parte baja y media del mismo, que va de los 60° - 70°, esta se reduce a un promedio de 35° de inclinación en la parte superior del acantilado.
- La morfología de la zona que conforma un acantilado.
- Depósito aluvial conformado por la intercalación de material grueso (gravas) y fino (limo-arcilla).
- Presencia de grietas en el nivel de limo-arcilla que pueden condicionar la ocurrencia de nuevos derrumbes (figuras 13 y 14).
- Presencia de material colgado en la zona de arranque del derrumbe que configura una cornisa inestable, que puede caer (figura 15).
- A un día de ocurrido el derrumbe, la zona de arranque sigue inestable pues se pudo observar que la caída de material aluvial continua.



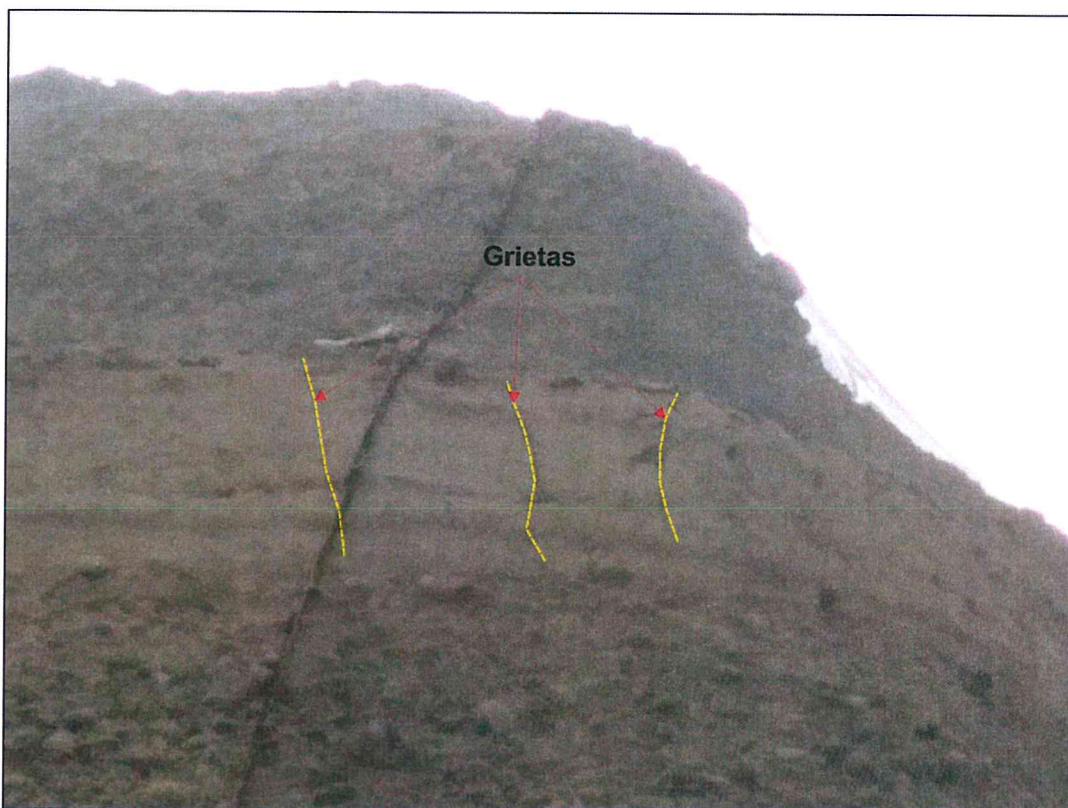


Figura 13: Vista con dirección al sureste donde se ha señalado las grietas verticales en el nivel de limo-arcilla donde se produjo el derrumbe el 18 de diciembre del 2019.

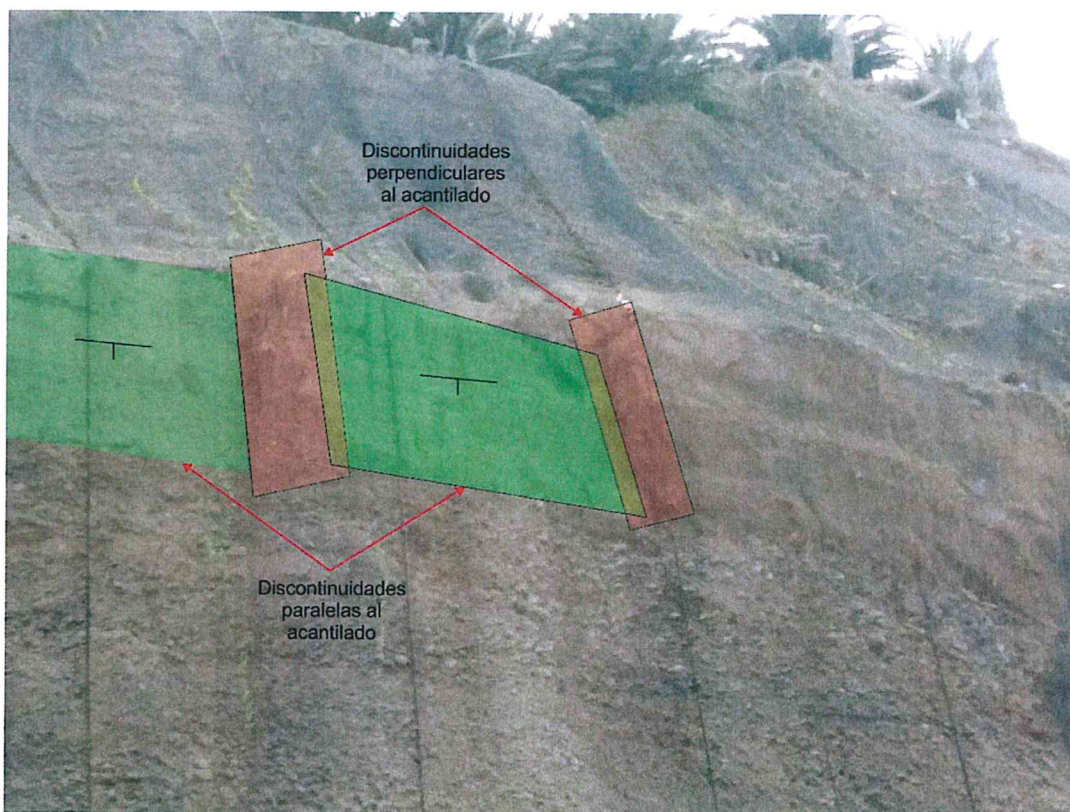


Figura 14: Vista en la que se representa dos de las discontinuidades observadas en la zona de derrumbe, una de dirección perpendicular al acantilado y la otra paralela a la dirección del acantilado.



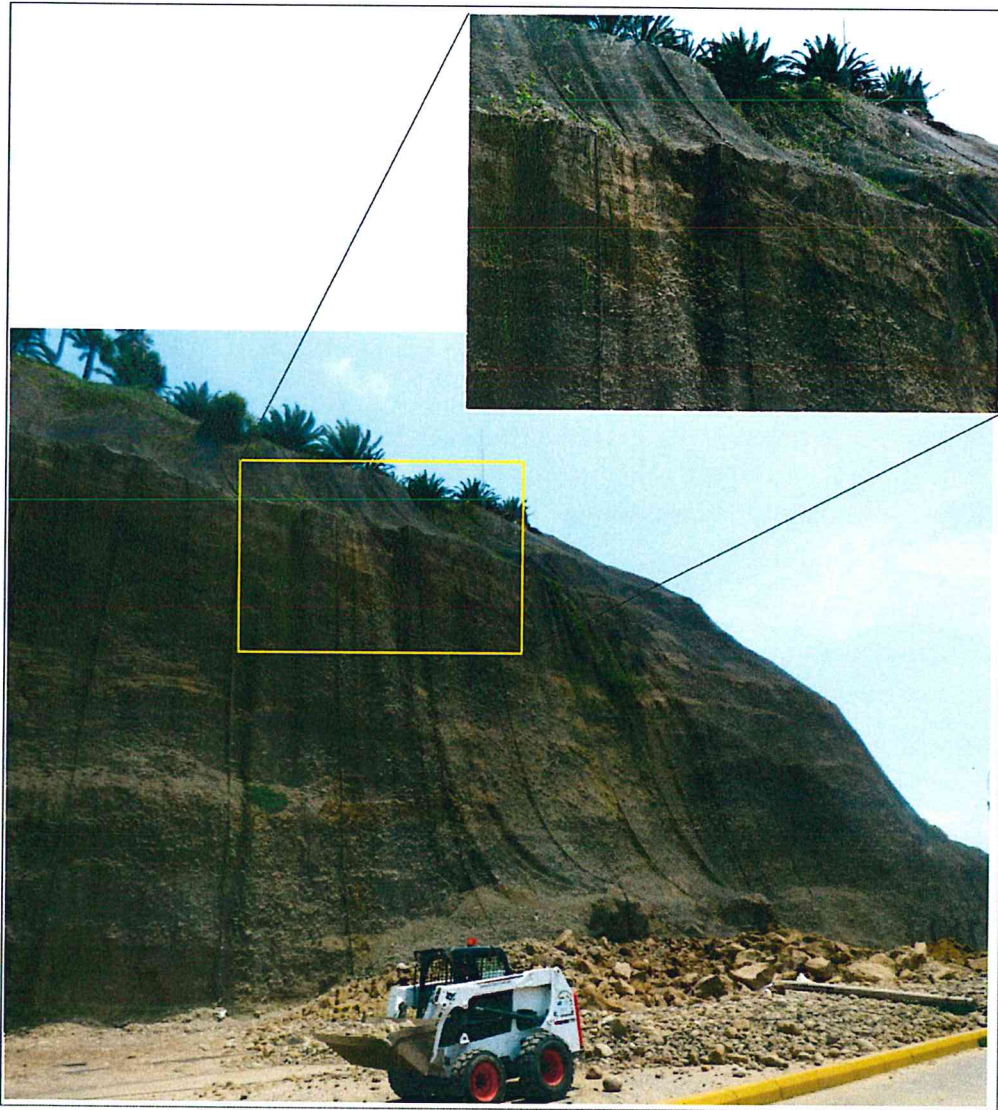


Figura 15: Vista en la que se presenta el material colgado inestable que puede caer y generar un nuevo derrumbe.



## CONCLUSIONES

- a) La zona evaluada (malecón Pedro de Osma – Playa Los Yuyos) tiene una susceptibilidad muy alta por movimientos en masa, determinada en el estudio “Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao” que elaboró INGEMMET el año 2015.
- b) El estudio “Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao” identificó 107 zonas críticas en el ámbito de su estudio, de las cuales la zona crítica N° 95 corresponde a los acantilados de la Costa Verde (distritos de Magdalena del Mar, Barranco, Miraflores, San Isidro, Chorrillos y San Miguel). El evento ocurrido en el acantilado de la Costa Verde - malecón Pedro de Osma corresponde a un peligro geológico por movimientos en masa de tipo derrumbe.
- c) El derrumbe producido el día 18 de diciembre del presente en el acantilado de la Costa Verde – malecón Pedro de Osma, se desarrolló sobre un nivel de limo-arcilla de 4 m de espesor, localizado a 24 m de altura; la zona de arranque tiene 24 m de ancho. El derrumbe produjo la caída aproximadamente de 500 m<sup>3</sup> de material aluvial; además se observó la presencia de material colgado e inestable que configura una cornisa.
- d) Se encontró en la parte superior del acantilado vegetación que es regada por medio de mangueras; estas se encuentran en mal estado de conservación presentando parches con fugas de agua en varios tramos.
- e) El material colapsado por el derrumbe del acantilado de la Costa Verde obstruyó la vía Circuito de Playas de la Costa Verde, provocando el cierre de la vía por un día; también destruyó un poste de alumbrado público y la reja metálica de seguridad ubicada en la base del acantilado.
- f) Dado que las condiciones de inestabilidad continúan en el acantilado de la Costa Verde - malecón Pedro de Osma, como es la intercalaciones de material aluvial grueso y fino poco a medianamente compactados que conforman el acantilado de la Costa Verde, la presencia de familias de discontinuidades, de material colgado e inestable (zona de arranque del derrumbe) y la alta pendiente del acantilado, **se considera este sector como una zona crítica, de muy alto peligro a la ocurrencia de derrumbes, caída de rocas, incluso deslizamiento; por lo tanto en peligro inminente**, ante la ocurrencia de sismos y precipitaciones pluviales extraordinarias.



## RECOMENDACIONES

- a) Identificar a lo largo de todo el acantilado de la Costa Verde otros sectores que presenten similares condiciones de inestabilidad (intercalación de material de granulometría diferente, presencia de grietas y alta pendiente); así también identificar la presencia de rellenos antropógenos ubicados en el borde del acantilado de la costa verde; para realizar en estas zonas estudios geotécnicos que determinen su estabilidad.
- b) Prohibir el paso de personas por la parte baja de acantilado limitado; respetar la reja de seguridad, ya que en la zona se presenta material colgado inestable que forma cornisas, que puede desprenderse y generar nuevos derrumbes.
- c) Reparar el enrejado de metal colocado como seguridad al borde de la pista, para evitar el tránsito de personas por el pie del acantilado.
- d) Retirar o hacer caer el material colgado inestable ubicado en la zona de arranque del derrumbe; los trabajos deben ser planificados y dirigidos por especialistas en geotecnia.
- e) Realizar el riego del jardín ubicado en la parte superior del acantilado (Malecón Pedro de Osma) por medio de técnicas de goteo u otra técnica que reduzca el uso excesivo de agua que pueda saturar y desestabilizar el acantilado. Retirar las mangueras que actualmente se usan para el riego en esta zona.



.....  
Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET



.....  
Ing. MANUEL SALOMÓN VILCHEZ MATA  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET



## BIBLIOGRAFÍA

- Guzmán, A., Zavala, B. & Valenzuela, G. (1997). Estudio de seguridad física de los acantilados de la Costa Verde. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 18. Perú: INGEMMET. 97 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2006) Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja No. 4 Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 29. Perú: INGEMMET. 383 p.
- León, W. & De la Cruz, O. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Mala (26-j), Lurín (25-j) y Lima (25-I). Memoria descriptiva. Perú: INGEMMET. 18 p.
- Palacios, O., Caldas, J. & Vela, Ch. (1992). Geología de los cuadrángulos de Lurín, Chancay y Chosica. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, n° 43. Perú: INGEMMET. 163 p.
- Villacorta, S., Núñez, S., Vásquez, J., Pari, w., Ochoa, M., Benavente, E., Tatar, L., Luque, G., Rosado, M., Fidel, S. & Úbeda J. (2015). Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 99. Perú: INGEMMET. 151 p.