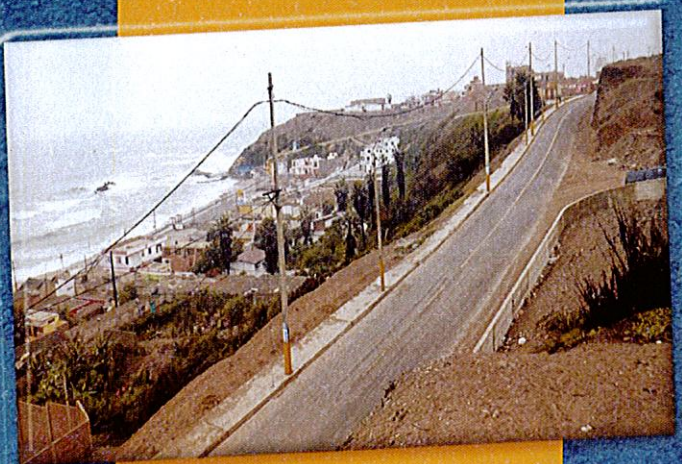
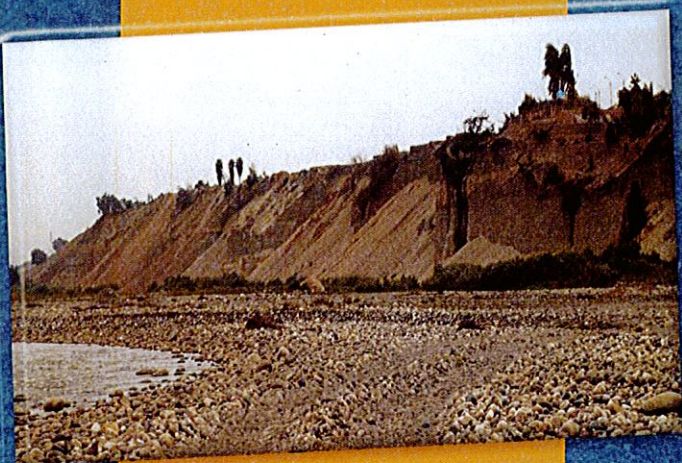


Informe Técnico N° A6609

Evaluación Ingeniero:  
**Geológica de los taludes  
en el Balneario de Barranca  
(Chorrillos, Miraflores,  
Puerto Chico)**

Distrito y Provincia Barranca - región Lima



POR:  
ING. GRISELDA LUQUE P.

NOVIEMBRE 2012



## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN  | 1  |
| 1.1 ANTECEDENTES   | 1  |
| 1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO  | 1  |
| 1.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO                                       | 2  |
| 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO                 | 2  |
| 2.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD                                    | 2  |
| 2.2 CLIMA Y PRECIPITACIONES PLUVIALES                            | 4  |
| 3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO                | 5  |
| 3.1 GEOMORFOLOGÍA  | 5  |
| 3.2 LITOLOGÍA Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES                          | 8  |
| 3.2.1 DEPÓSITOS CUATERNARIOS                                     | 8  |
| 3.2.2 GRUPO CASMA  | 8  |
| 4. GEODINÁMICA EN LOS SECTORES EVALUADOS                         | 13 |
| 4.1 DERRUMBES  | 13 |
| 4.1.1 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA | 13 |
| 4.2 EROSIÓN DE LADERAS   | 18 |
| 4.2.1 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA | 18 |
| 4.3 EFECTOS SECUNDARIOS  | 21 |
| 5. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN EN LOS PROCESOS GEOLÓGICOS         | 26 |
| 5.1 MEDIDAS PARA ZONAS CON ASENTAMIENTOS (TALUDES FALLADOS)      | 27 |
| 5.2 MEDIDAS PARA ZONAS CON CAÍDAS                                | 29 |
| 5.3 MEDIDAS DE CONTROL PARA EROSIÓN FLUVIAL                      | 30 |
| 6. CONCLUSIONES  | 33 |
| 7. RECOMENDACIONES   | 35 |
| REFERENCIAS  | 37 |

## EVALUACIÓN INGENIERO – GEOLÓGICA DE LOS TALUDES EN EL BALNEARIO DE BARRANCA: CHORRILLOS, MIRAFLORES, PUERTO CHICO

### Distrito y Provincia Barranca – Región Lima

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

El Presidente del Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Provincial de Barranca, mediante Oficio N° 002-2012-ETAPVSCRD-MP-BCA, de fecha 17 de mayo de 2012, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando la designación de un profesional para evaluar los derrumbes que se generan en los taludes aluviales, el cual podrían afectar a los sectores de Chorrillos, Miraflores y Puerto Chico en el balneario de Barranca, distrito y provincia de Barranca en la región Lima. Es así que Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET, designó a las Ingenieras Geólogas Griselda Luque y Malena Rosado, para que realice la inspección técnica por peligros geológicos en el sitio mencionado.

Los trabajos de campo se realizaron los días 27 y 28 de agosto; en dicha evaluación se contó con la participación del sub Gerente de Defensa Civil de Barranca, el ing. Juan Muñoz Moreno y su equipo de trabajo y del Sr. Javier Palomino Echegaray, coordinador de Seguridad Ciudadana del Balneario de Barranca.

El presente informe contiene documentación obtenida en campo, relatos orales y versiones de los hechos sucedidos dados por los lugareños y revisión de información geológica y cartográfica (boletines técnicos, topografía e imágenes satelitales) que permitieron la adecuada evaluación en el sector; así como los resultados del estudio geológico – geodinámico debidamente ilustrado con fotografías y mapas, donde se describe el origen del evento geológico, sus efectos, el grado de riesgo en la zona. Se emiten conclusiones y recomendaciones que el Municipio de Barranca, deberán tener en cuenta para la prevención del riesgo en el área.

El informe se pone a consideración de la Municipalidad Provincial de Barranca, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED), Gobierno Regional de Lima, municipio provincial y local.

### 1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El trabajo tuvo como objetivos: a) Analizar y evaluar los factores que originaron el derrumbe en el talud superior de la carretera asfaltada (Av. Chorrillos) Barranca-Balneario Chorrillos; y b) Evaluar la seguridad física del

área afectada y establecer medidas para la prevención de desastres en ese sector.

### **1.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO**

En el desarrollo de este trabajo, se ha utilizado la metodología empleada por la DGARG del INGEMMET en las evaluaciones de peligros geológicos a nivel nacional. Dicha metodología consiste en tres fases: una previa en donde se recopila información sobre el área de estudio y se detecta en fotos aéreas e imágenes de satélite las zonas más propensas a generar, en este caso, movimientos en masa en el sector evaluado. Luego una segunda fase, que corresponden a los trabajos de campo donde se inspeccionaron los sectores señalados, a escala 1:25,000 tomando datos geológico - geotécnicos e inventariando y caracterizando los procesos geodinámicos que originarían movimientos en masa. Posteriormente en la fase final, se procesó la información obtenida en campo y se elaboró el informe y los mapas temáticos. Los procedimientos, inventario y evaluación de los movimientos en masa se han realizado utilizando la Guía para la evaluación de amenaza (PMA, 2007).

## **2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

El sector Balneario Barranca afectado por movimientos en masa del tipo derrumbes, pertenece políticamente al distrito y provincia de Barranca y región Lima (figura 01). Geográficamente se ubica en la margen izquierda del río Pativilca.

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8815000 y 8807000 Norte; y 192000 y 201000 Este

La principal vía de acceso desde Lima es la carretera Panamericana Norte, la misma que actualmente se encuentra en muy buenas condiciones de transitabilidad. Barranca. Es una vía asfaltada de 202 Km (aprox. 3 horas) desde Lima a Barranca.

**EVALUACIÓN INGENIERO – GEOLÓGICA DE LOS TALUDES ALUVIALES EN EL  
BALNEARIO DE BARRANCA (CHORRILLOS, MIRAFLORES, PUERTO CHICO)**

Noviembre 2012

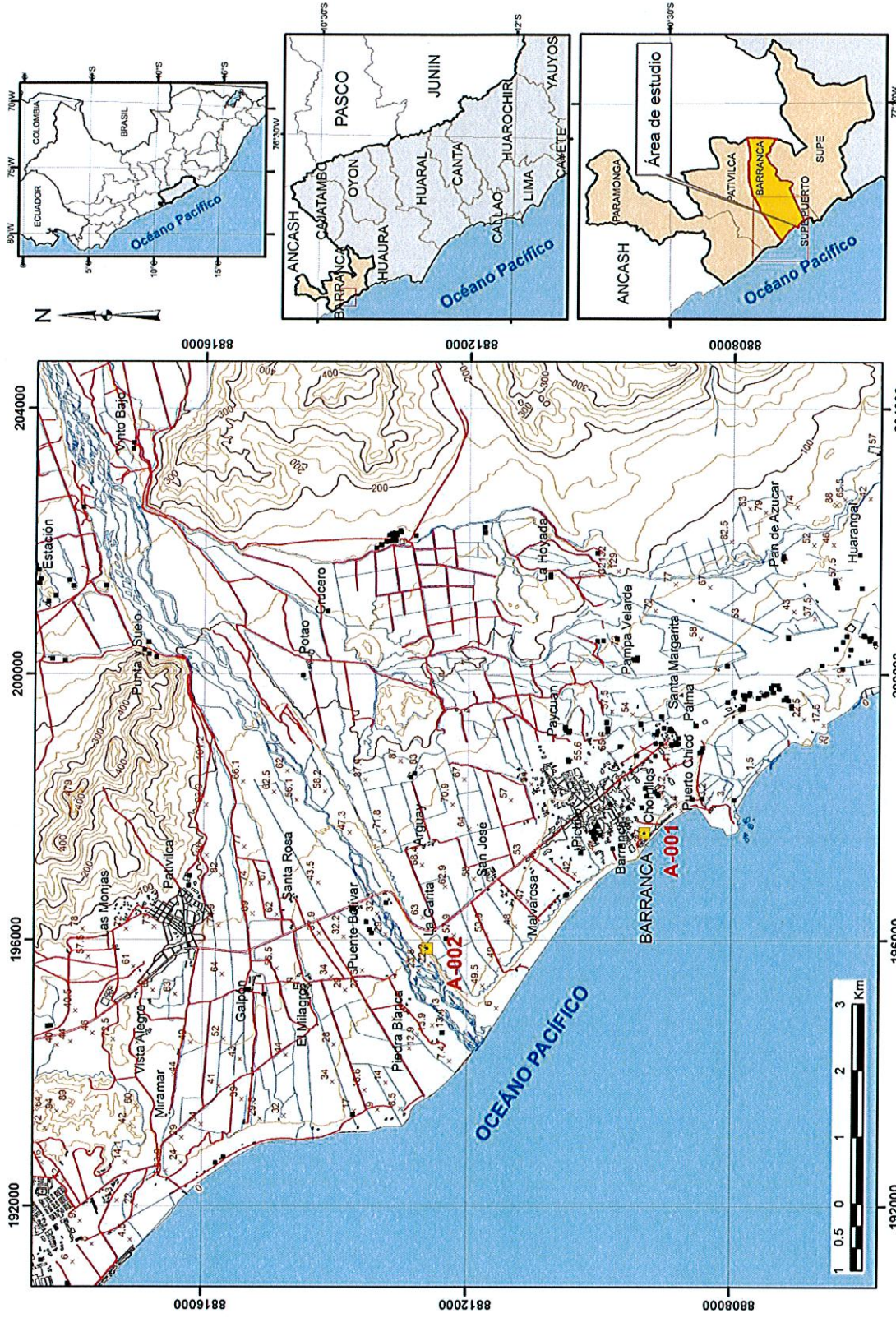


Figura 01: Ubicación del área de estudio (A-001) sector Balneario de Barranca y (A-002) sector La Garita.

## 2.2 CLIMA Y PRECIPITACIONES PLUVIALES

El clima en el área de estudio corresponde a una zona desértica semicálida según la clasificación de (Thornthwaite, 1948). Es decir, deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, y con humedad relativa calificada como húmeda. De acuerdo al mapa de Isoyetas, el área evaluada para el periodo lluvioso normal setiembre-Mayo (SENAMHI, 2002), presenta una precipitación de 400 a 600 mm, mientras que para el período en que se presentó el Fenómeno El Niño 1997/1998 lluvias menores a 200 mm. (Figura 02).

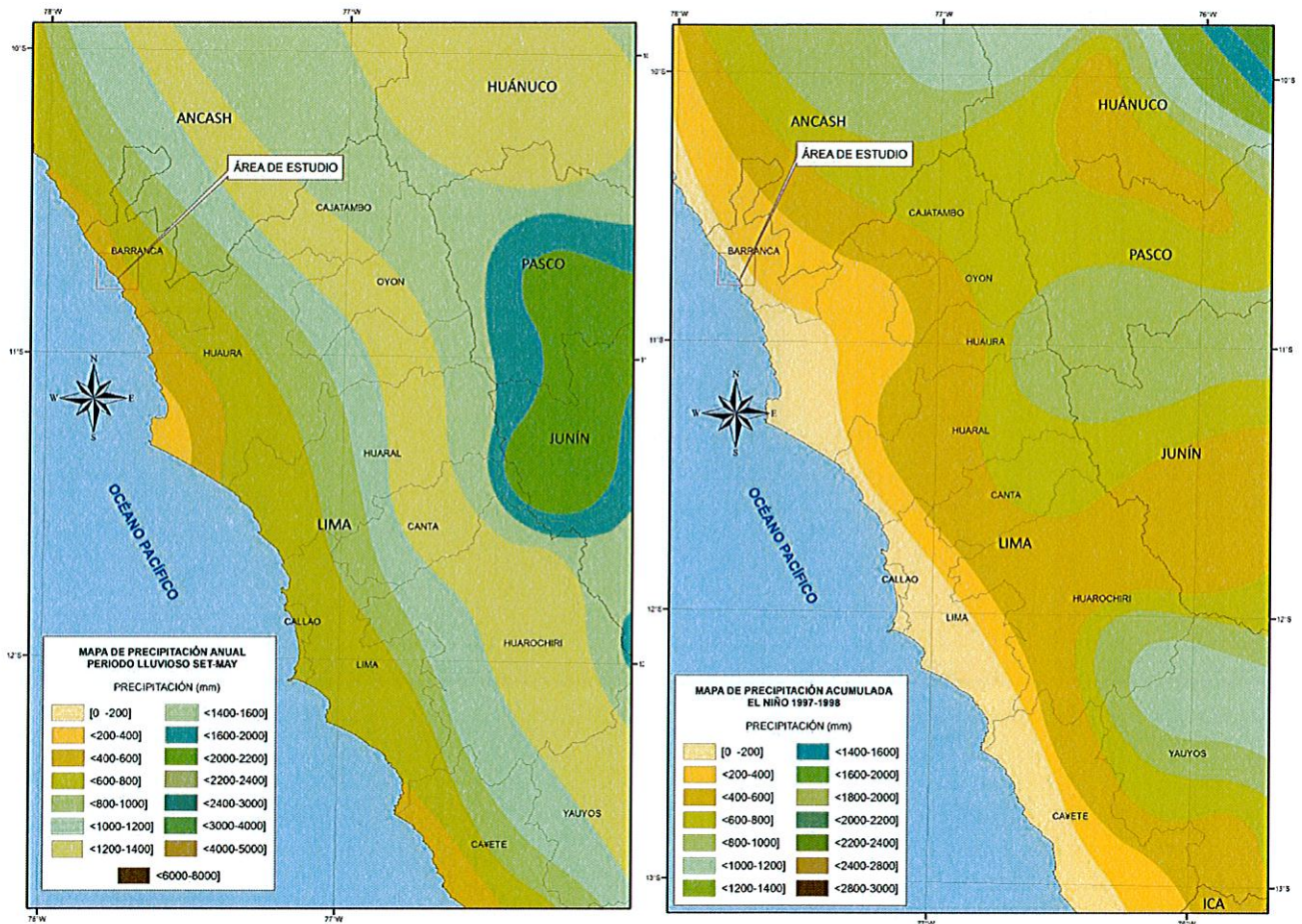


Figura 02: Mapa de isoyetas para el periodo lluvioso (setiembre-mayo) en la derecha y con presencia del Fenómeno El Niño 1997-1998 en la izquierda. Fuente: SENAMHI, 2002.

### 3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente la zona de estudio se localiza sobre el abanico aluvial del río Pativilca y las planicies costeras adyacentes (figura 03, 04 y 05). El abanico aluvial corresponde a una geoforma de acumulación, que se extiende desde su ápice en Vinto Bajo, recubriendo rocas entre Miramar al noroeste y Pan de Azucar por el suroeste junto al abanico aluvial del río Supe. Su forma tiene un segmento cónico, con extensas terrazas de suave pendiente ( $4^\circ$ ) desde su ápice hacia el pie, con aproximadamente 12 km de longitud, con un área de  $75 \text{ km}^2$ . Esta superficie, en la actualidad cubierta en gran parte por urbanizaciones, se encuentra dentro de la jurisdicción del distrito de Barranca; presenta acantilados (geoformas de erosión marina, labrados en los sedimentos poco consolidados del abanico aluvial del río Pativilca); playas marinas, humedales y bahías. Fotos 01 y 02.

En la zona de estudios también se reconocen colinas y montañas llegando a alcanzar una altura de 300 m; laderas de moderada pendiente de ( $18^\circ$  a  $25^\circ$ ), cuya litología intrusiva genera morfologías onduladas por erosión y meteorización; formadas a través del tiempo geológico por la acción de los agentes erosivos. Estos promontorios, forman las primeras estribaciones de la Cordillera Occidental, se encuentran disectados por el río Pativilca y por las quebradas afluentes.

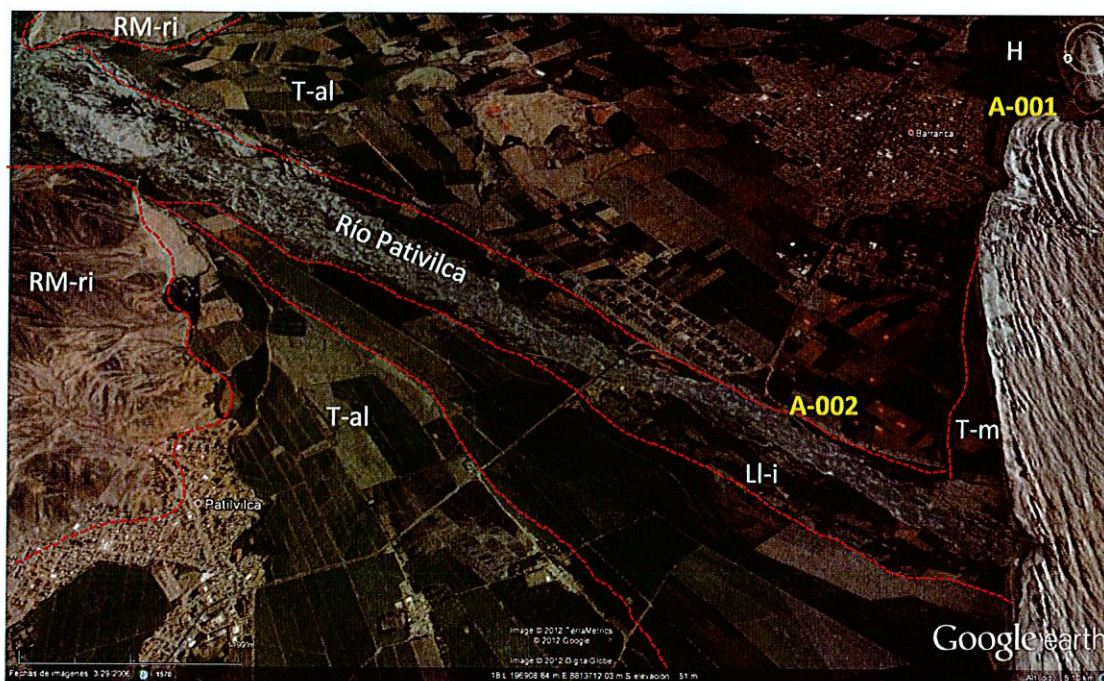


Figura 03: Imagen donde se aprecia las primeras manifestaciones de las estribaciones andinas, labradas en rocas intrusivas (RM-ri) y disectados por el valle del río Pativilca, así como llanuras de inundación (LI-i), terrazas aluviales (T-al), terraza marina (T-m) y humedales (H) en el sector Puerto Chico. Fuente: Google Earth.

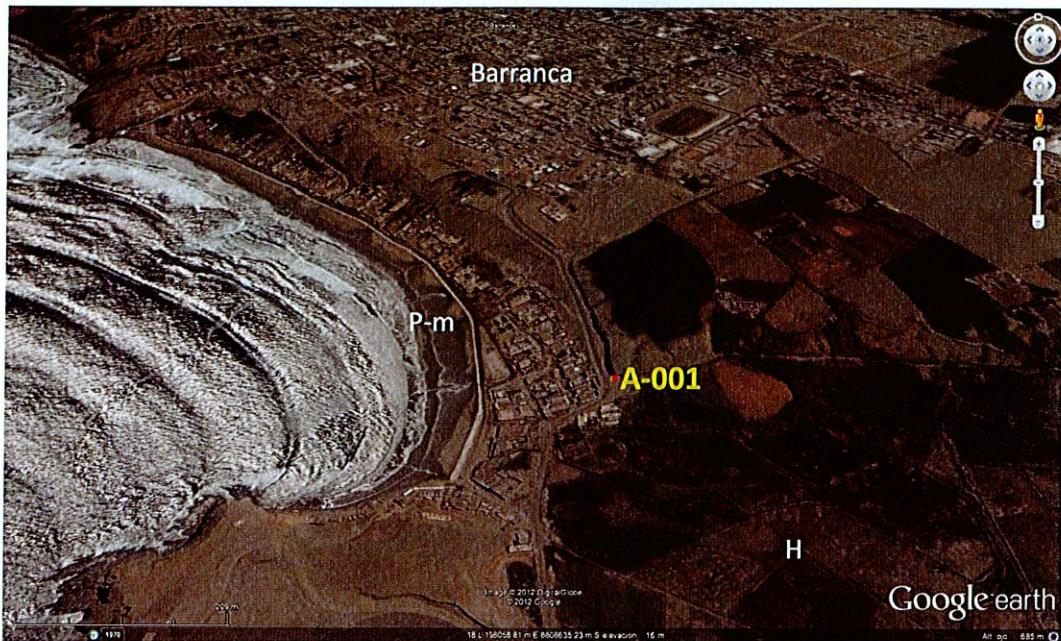


Figura 04: Imagen donde se puede apreciar las playas del Balneario de Barranca (P-m), y los humedales (H) en el sector Puerto Chico. Fuente: Google Earth.

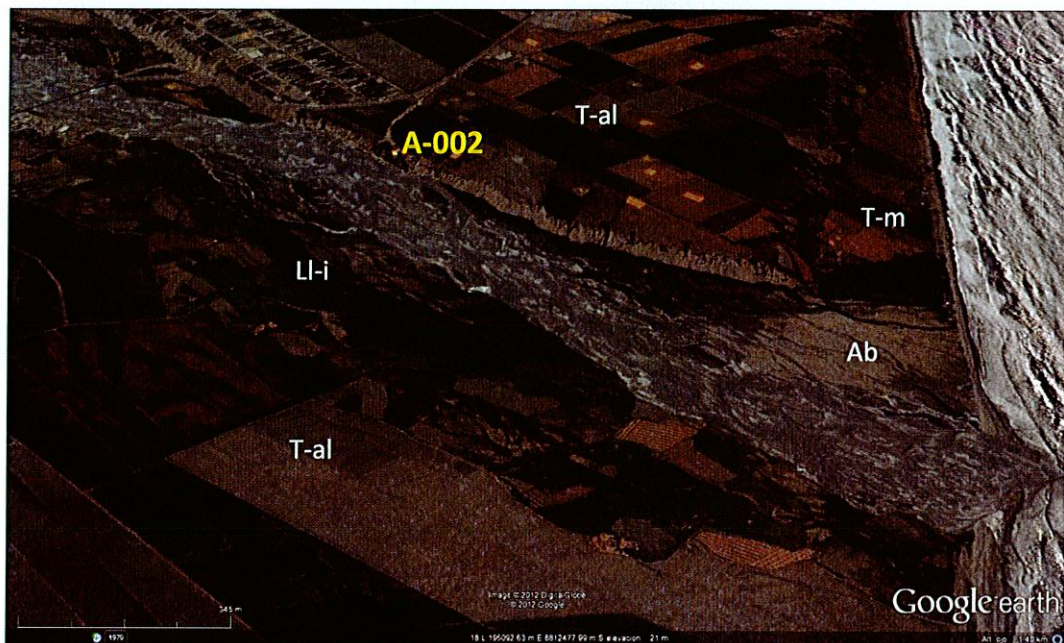


Figura 05: En esta imagen se observa la desembocadura del río Pativilca hacia el mar, además se diferencia las terrazas aluviales de la terraza marina. Fuente: Google Earth.





Foto 01: Terraza aluvial en la margen derecha del río Pativilca.

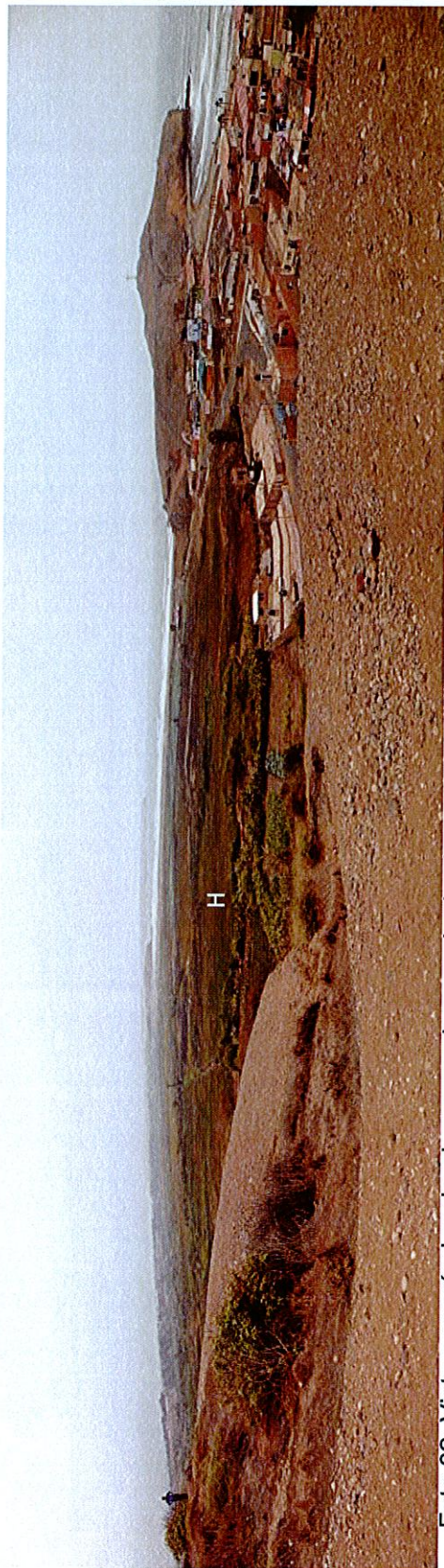


Foto 02: Vista panorámica donde se puede apreciar los humedales (H) en el sector Puerto Chico, Punta Cerro Colorado.

### 3.2 LITOLOGÍA Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES

De acuerdo al mapa actualizado del cuadrángulo de Barranca (Cobbing, 1973), y de las observaciones en campo, los materiales que predomina en el área corresponden a depósitos aluviales, marinos y substrato rocoso compuesto por rocas volcánicas – sedimentarias (formación Casma) (foto 03 y figura 06).

#### 3.2.1 Depósitos cuaternarios

Originados por el acarreo de materiales en edad reciente, tanto por acción del río como por el viento. En el área de estudio se ha observado los siguientes depósitos recientes:

*Depósitos aluviales:* Los encontramos conformando terrazas en el valle del río Pativilca. Dichas terrazas están constituidas predominantemente por materiales gruesos (conglomerados), compuesto de cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa, con materiales finos en niveles más profundos. Se les denomina Conglomerado de Barranca.

*Depósitos eólicos:* Se encuentran formando grandes mantos de arena cubriendo el substrato y depósitos superficiales (cuaternarios) pre existentes.

*Depósitos marinos:* Se trata de depósitos litorales, caracterizados por materiales clásticos, llevados al mar como carga por los ríos y también como resultado de la acción erosiva de las olas. Se encuentra a lo largo de la línea de costa, en la margen derecha del río Pativilca.

#### 3.2.2 Grupo Casma

Corresponde a una serie de afloramientos rocosos compuestos por rocas volcánicas intercalados con estratos sedimentarios. Se ubican en la faja costanera al Oeste del Batolito Andino. Localmente, en la zona de estudio se presentan bien estratificados, correspondiendo a derrames de andesita masiva. La edad estimada como Cretáceo Inferior (Cobbing, 1973).

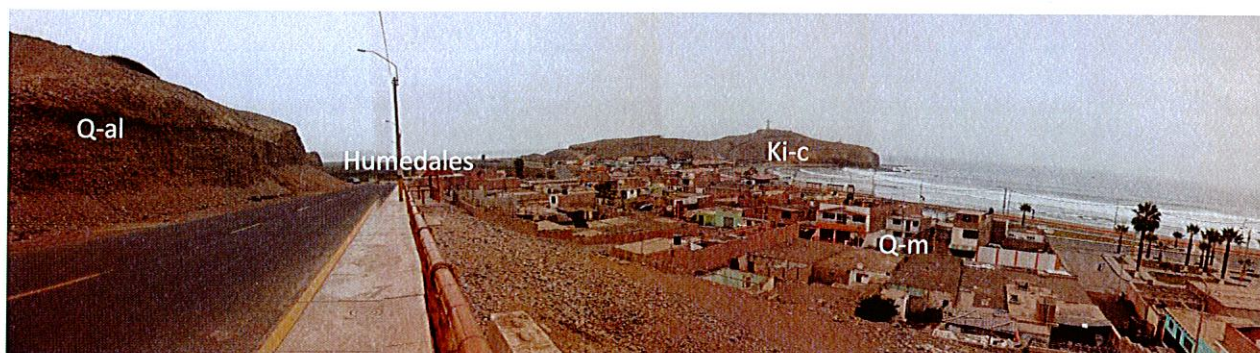


Foto 03: Vista panorámica de las unidades geológicas entre los sectores Balneario Barranca y Puerto Chico. Q-al: Depósitos aluviales, Q-m: Depósitos marinos, Ki-c: Fm. Casma.

EVALUACIÓN INGENIERO – GEOLÓGICA DE LOS TALUDES ALUVIALES EN EL  
BALNEARIO DE BARRANCA (CHORRILLOS, MIRAFLORES, PUERTO CHICO)

Noviembre 2012

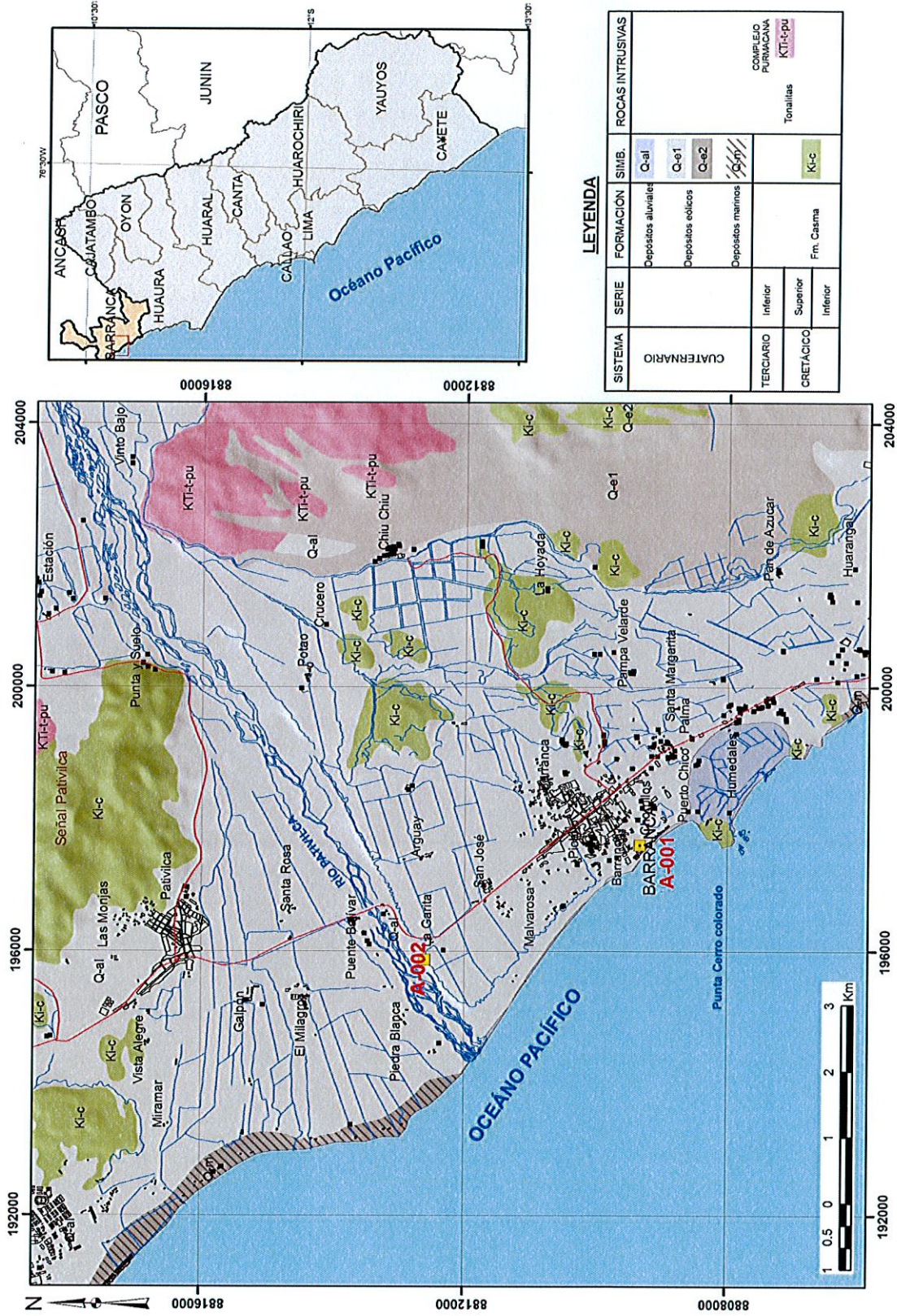


Figura 06: Mapa geológico del área de estudio. Fuente (INGEMMET: Cobbing, 1973)

Los sectores A-001 y A-002 están constituidos por depósitos aluviales, correspondientes al cono aluviónico del río Pativilca. Se caracterizan por terminar abruptamente frente al mar y por emplazarse a lo largo de la línea costera. En el sector A-001, el depósito tiene una altura de 10 a 20 m (fotos 04, 05 y 06), mientras que en el sector A-002 una altura de 20 a 30 m (foto 07), como en la margen izquierda del río Pativilca.

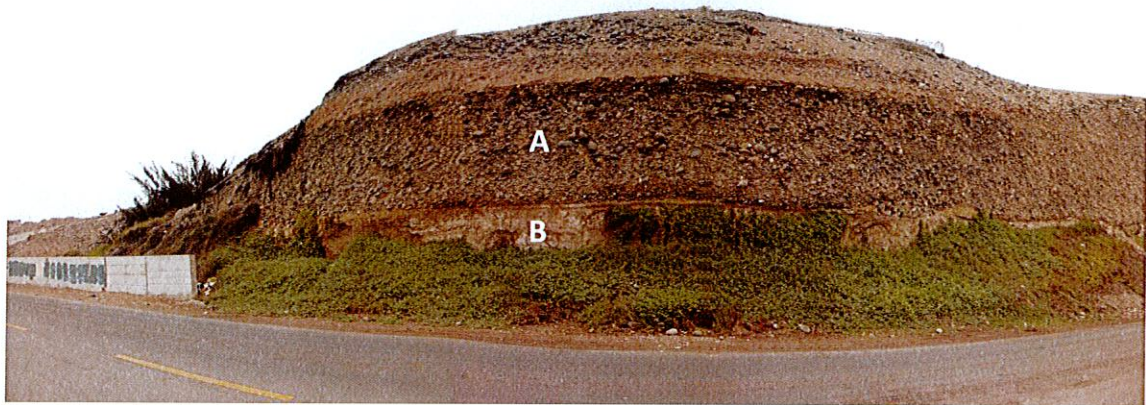


Foto 04: Intercalación de gravas (A) y sedimentos finos (B) perteneciente a una zona inundada. Vista talud superior en la Av. Chorrillos (Balneario de Barranca).



Foto 05: Conglomerado de Barranca. Lente de arena de grano medio (A) englobado entre los depósitos de carga.

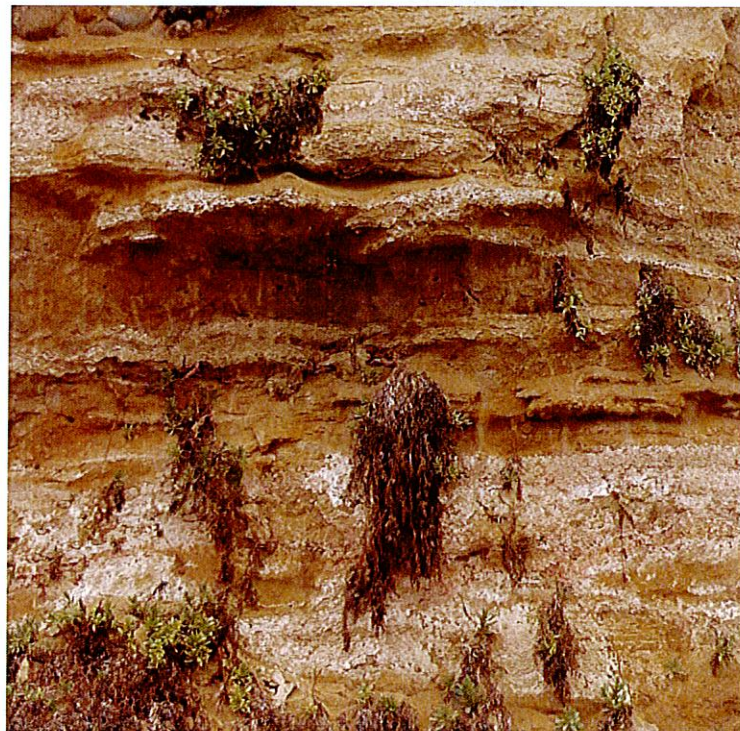


Foto 06: Potentes bancos de material más fino, constituido de arenas y limos con signos de color pardo – naranja, de 1, 7 m de espesor, hacia arriba se observa una capa erosiva conformada por gravas y cantos redondeados. Abajo, nótese las grietas de desecación, las cuales solo se forman en sedimentos cohesivos (arcillas) por contracción de su volumen ante la pérdida de agua.



Foto 07: Gravas con matriz arenosa de grano medio a grueso de color gris claro, la textura es clasto – soportada entre los granos de grava. Vista de la margen izquierda del río Pativilca. Sobre esta terraza se encuentra ubicado el sector La Garita.

#### 4. GEODINÁMICA EN LOS SECTORES EVALUADOS

De acuerdo a lo observado en la zona de estudio se ha encontrado evidencias de procesos de movimientos en masa de tipo derrumbes, caídas de roca y asentamientos por exceso de carga. Los movimientos en masa incluyen todo movimiento ladera abajo de masas de roca, detritos o suelo por efecto de la gravedad (PMA-GCA, 2007). En las áreas de estudio se han diferenciado dos tipos de fenómeno:

##### 4.1 DERRUMBES

En ambos sectores evaluados, se presentan derrumbes, que corresponden a desprendimientos violentos de una masa rocosa y/o suelo de un talud sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable, se manifiestan a manera de saltos, rodando, etc. Existen dos tipos: los derrumbes y los desprendimientos de roca (caídas).

##### 4.1.1 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA

###### En el sector A-001

El derrumbe se activó, según versiones de los moradores, desde el año 2009 luego de la construcción de la carretera asfaltada Barranca-Puerto Chico; sin considerar la naturaleza del terreno, ni considerar obras de contención y/o protección de los taludes. Posteriormente, en el año 2010, se siguieron registrando más problemas al cambiarse la pendiente del talud ( $70^\circ$  a  $88^\circ$ ); y al extraer material (ripió) para la instalación de la red de agua, desagüe y pavimentación.

La longitud de la zona de arranque es de 250 m aprox. Genera talus de detritos al pie del talud. La altura entre el nivel de rasante de la carretera y el borde superior de un escarpe vertical es de aprox. 20 m. Figura 7 y Fotos 08, 09, 10 y 11.

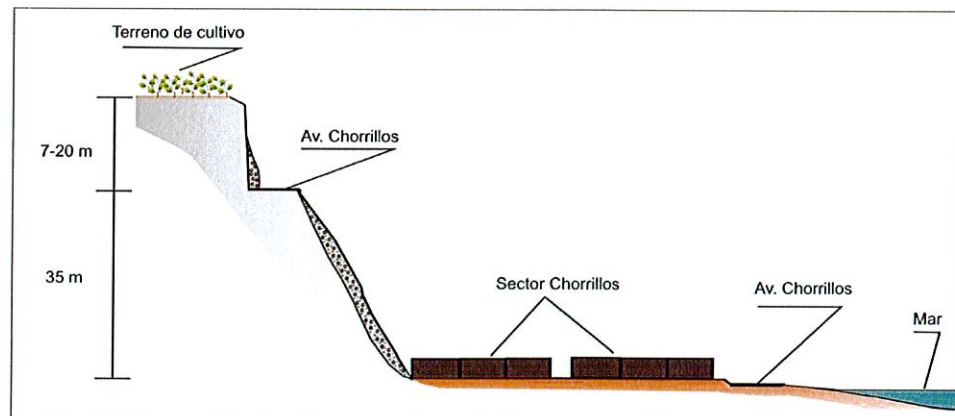


Figura 07: Perfil del sector A-001, Nótese los talus formado por los derrumbes en los taludes superior e inferior de la Av. Chorrillos.

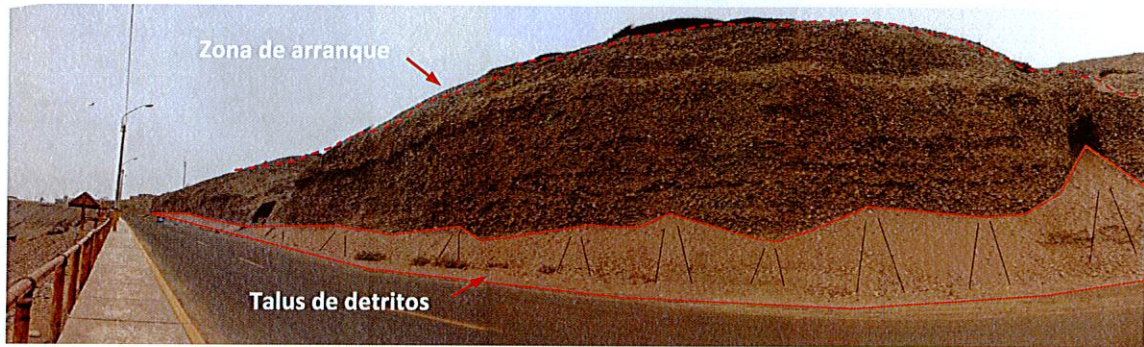


Foto 08. Derrumbes en el talud superior de carretera asfaltada Barranca-Balneario, sector Chorrillos, con presencia de talus de detritos al pie del talud.

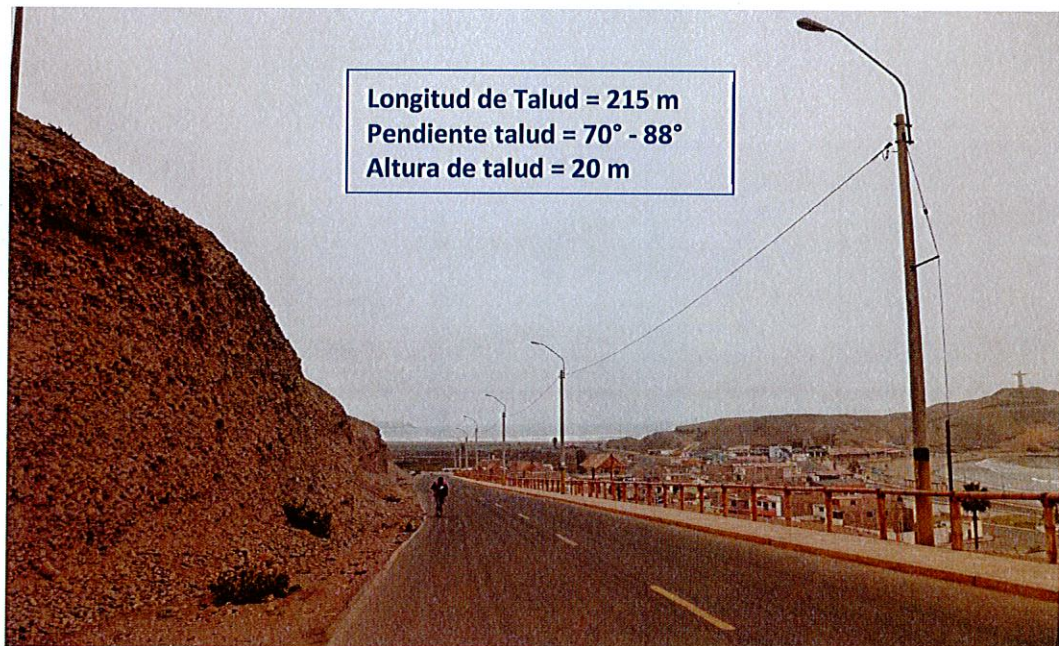


Foto 09: Carretera asfaltada Barranca-Balneario. Talud superior con pendiente muy abrupta, constituido por gravas y cantos poco consolidados, con matriz de arenas de grano medio y limos.





Foto 10. Vista panorámica de los derrumbes en el talud superior de la Av. Chorrillos en el Balneario de Barranca.



Foto 11: Presencia de terrenos de cultivo (3,4 Has) en la parte superior del talud de la carretera asfaltada Barranca-Chorrillos. Cuando se desbordan las aguas de regadío afecta viviendas del sector Puerto Chico.

Los factores de influencia están ligados a las condiciones intrínsecas del terreno, como los depósitos superficiales inconsolidados (conglomerado de Barranca), pendiente de las laderas, presencia de vegetación, agua

subterránea, etc.; así como a los “detonantes” precipitación y sismos, los cuales se detallan a continuación:

Tipo y estado de los materiales involucrados: las características de los depósitos superficiales, que corresponden al Conglomerado de Barranca, formados por cantos redondeados y gravas con matriz arenosa-limosa, poco consolidadas, permeables, con espesor mayor de 50 metros de acuerdo. Estos materiales están asociados a depósitos antiguos (aluviales), dejados por el antiguo cauce del río Pativilca. También se puede mencionar la alternancia de bancos de suelos cohesivos (areno-limos) y suelos no cohesivos (gravas areno-limosas).

El corte de talud: Ha contribuido a la generación de estos procesos, ya que para la construcción de la carretera asfaltada se han realizados cortes del talud natural, sin la implementación de medidas correctivas, dejando los taludes en estado de equilibrio crítico. Estos pueden colapsar la fuerza de gravedad, y movimientos sísmicos. Los derrumbes tienen alturas entre 15 y 20 m a lo largo de 215 m.

El tránsito de vehículos pesados y livianos contribuye a la inestabilidad del terreno, tanto en el talud superior como el inferior ya que parte de la carretera se ubica en material de relleno.

Presencia de agua en el talud: La brisa marina y el riego por gravedad (en la parte alta sobre terrenos aluviales muy permeables), modifican la presión de poros en los taludes; ocasionado el incremento de la presión intersticial, las fuerzas de filtración y el peso unitario de los materiales superficiales.

#### En el sector A-002

Corresponden a derrumbes ubicados en la margen izquierda del río Pativilca a 68 msnm. Esta situación se agrava progresivamente cada año, por la acción dinámica del Río Pativilca por las crecidas durante el periodo lluvioso. En caso de eventos extremos, estos derrumbes pueden incrementarse por el comportamiento extremo de la dinámica fluvial sobre el talud y su base. En este sector el curso del Río Pativilca es longitudinal, con taludes verticales y altos en su margen izquierda a extendidos y bajos en su margen derecha; con alturas estimadas, respecto al lecho del río, de hasta 20 m. Su amplio cauce, varía entre 350 a 370 m. Foto 12.

En resumen, las causas de sitio para la ocurrencia de derrumbes en este sector son:

Naturaleza del suelo: los materiales están formados por gravas redondeadas a sub redondeadas inconsolidadas, englobadas en una matriz areno-limosa, de fácil erosión.

Pendiente del terreno: La pendiente casi vertical del talud (entre  $80^\circ$  y  $85^\circ$ ), ha influenciado en la inestabilidad del mismo.

Sismicidad: en caso de presentarse un sismo de fuerte intensidad, es posible que originen derrumbes en el sector.

Además contribuyen las sobrecargas, en este sector donde se arroja material de desmonte hacia el cauce del río Pativilca, el cual es erosionado por socavación del río debido al material constituido por depósitos inconsolidados de fácil erosión. Foto 13.

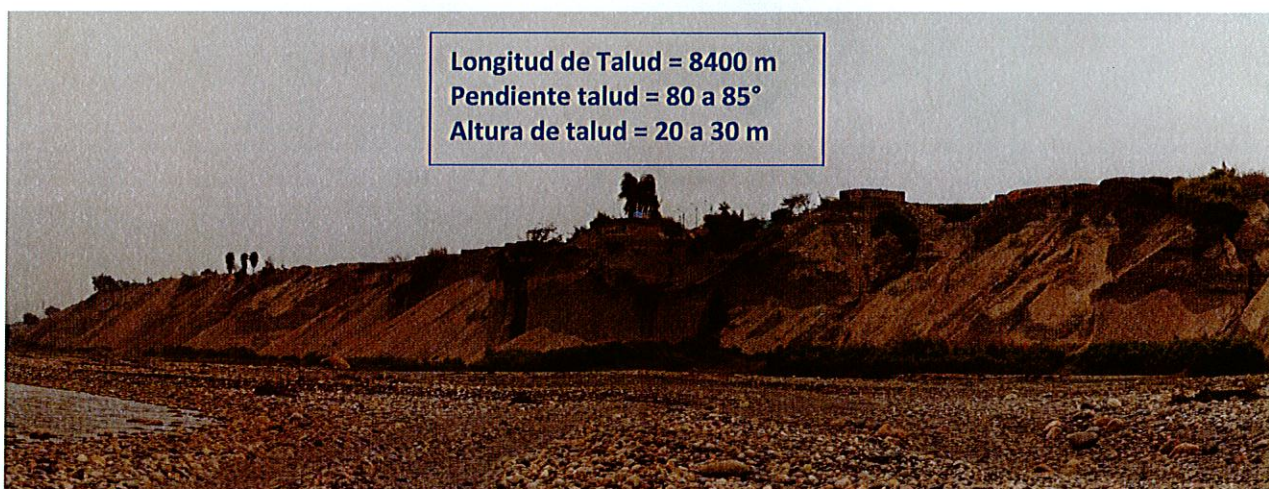


Foto 12: Vista panorámica de los derrumbes en la margen izquierda del río Pativilca, debido a la fuerte pendiente de la terraza constituido de gravas englobados en una matriz areno limosa.



Foto 13: En el círculo rojo, se identifica un camión arrojando material de desmonte, el cual aportan más material al cauce del río Pativilca, y contribuye a la inestabilidad del talud, en el sector La Garita.

## **4.2 EROSIÓN DE LADERAS**

La erosión se entiende como la remoción del material superficial por acción del agua o viento. Este proceso se activa por la presencia de agua (desagües y escurrimiento de aguas de regadío).

### **4.2.1 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA**

En el sector A-001, se ha observado que en el talud superior de la Av. Chorrillos del Balneario de Barranca, presentan escorrentías producto de la erosión progresiva y riego indiscriminado de los terrenos de cultivo que se encuentran en la parte alta, generando erosión en cárcavas (Foto 14 y 15).



Foto 14: En el talud superior de la Av. Chorrillos, también se generan cárcavas por la presencia de terrenos de cultivo en la parte alta del talud, cuyas aguas de regadío eventualmente discurren sobre el talud generando incisiones las cuales forman zanjas. (A-002).



Foto 15: Fotos del desborde de las aguas de regadío que generó inundación en el sector de Puerto Chico, Fuente INDECI (2010).

En el sector A-002, se han generado cárcavas y erosión del talud por acción de los desagües de los sectores Cruz Blanca, La Garita hacia el río Pativilca (Fotos 16 y 17).



Foto 16: Vista panorámica de los derrumbes en la margen izquierda del río Pativilca, también se generan cárcavas por la presencia de tuberías de desagües que desembocan en el talud, en el sector La Garita (A-002).



Foto 17. Vista panorámica de los derrumbes en la margen izquierda del río Pativilca, también se generan cárcavas por la presencia de tuberías de desagües que desembocan en el talud; así como la escorrenría de regadíos agrícolas, la incisión en estos depósitos inconsolidados tiende a formar zanjas. Sector La Garita.

#### 4.3 EFECTOS SECUNDARIOS

Otro peligro que está afectando a la plataforma de la carretera Barranca-Balneario Chorrillos-Puerto Chico, están relacionados a asentamientos y presencia de la napa freática alta.

Los asentamientos por consolidación primaria es el resultado de un cambio de volumen en suelos saturados cohesivos debido a la expulsión de agua que ocupa los espacios vacíos. Cuando un suelo saturado esta sometido a un incremento de esfuerzos, la presión de poros del agua aumenta repentinamente. En suelos arenosos, que son altamente permeables, el drenaje causado por el incremento de la presión de poros de agua se lleva a cabo inmediatamente. El drenaje del agua de los poros va acompañado por una reducción en el volumen de la masa del suelo, generándose un asentamiento. Debido al rápido drenaje de agua de los poros en los suelos arenosos, el asentamiento inmediato y la consolidación se efectúan simultáneamente. Sin embargo, no es el caso para suelos arcillosos, que tienen baja permeabilidad. El asentamiento por consolidación depende del tiempo.

En el talud de esta ladera, formada por depósitos aluviales inconsolidados, los materiales observados corresponden a gravas formadas por clastos redondeados de 5 a 10 cm. de diámetro, mayormente de naturaleza ígnea, con matriz areno limosa. El talud alcanza una altura de hasta 20 metros. El proceso se activa por el debilitamiento de la base que ocasiona la actividad humana: emplazamiento de viviendas en la parte inferior, y la circulación de vehículos pesados en la parte superior. La carretera presenta asentamientos y agrietamientos tanto en la plataforma como en la vereda. (Fotos 18, 19, 20 y 21).

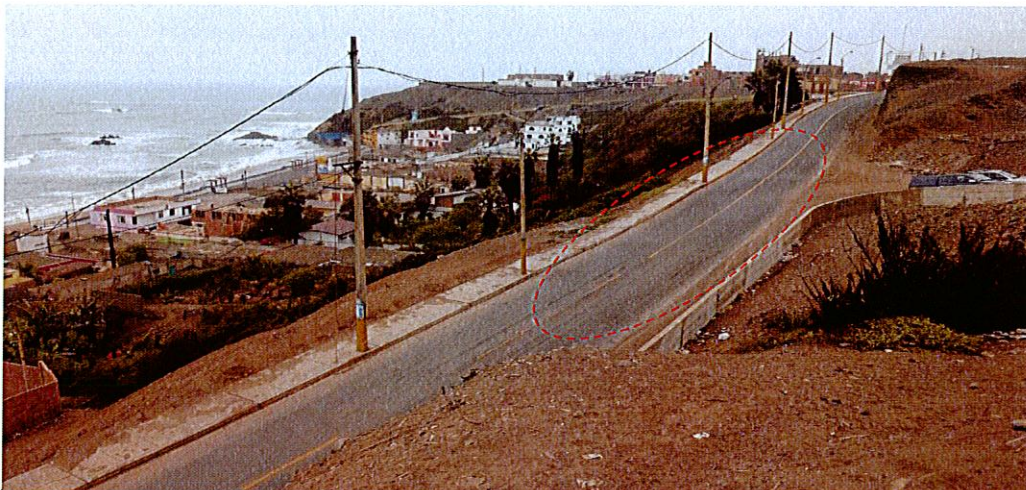


Foto 18: La zona delimitada por la circunferencia de color rojo, representa los asentamientos en la plataforma de la carretera Barranca-Puerto Chico.



Foto 19: Vista donde se observa la presencia de grietas de 4 cm de ancho y 30 m de longitud verificado en la inspección de campo.



Foto 20: Presencia de grietas en la vereda de 12 a 14 cm de ancho y 8 cm de asentamiento. Algunos postes se encuentran inclinados. En ambas imágenes se observa el desnivel de la vereda.





Foto 21: Carretera Barranca-Puerto Chico, presenta asentamientos y agrietamientos en plataforma inferior de la carretera hacia el balneario de Barranca con dirección SO.

Otra fuente no menos importante, está representada por la presencia de la napa freática. La elevación del nivel freático en un terreno reduce el peso específico que genera los esfuerzos efectivos, pasando del peso específico total al peso específico sumergido y reduciendo por tanto la capacidad de carga final (Lambe, 1976). Si un terreno seco se satura, la capacidad de carga final de una zapata superficial se reducirá en la relación entre el peso específico sumergido y el peso específico seco.

Los depósitos marinos que se presentan a lo largo del litoral presentan una alta tasa de infiltración y dada la proximidad del mar, representan el medio donde se desarrolla la interface marina, como en los terrenos del balneario Chorrillos-Puerto Chico. (Fotos 22 y 23).

En el área de estudio el agua subterránea está evidenciada por la presencia de un manantial al pie del talud, la cual ha sido captada (foto 24). La profundidad de las aguas subterráneas en el balneario Chorrillos-Puerto Chico según versión de pobladores de Puerto Chico se encuentra entre los 0,40 a 0,60 m de profundidad. Debido a la proximidad a la superficie de las aguas subterráneas, se produciría problemas de saturación acuosa y de licuefacción; durante la ocurrencia de movimientos sísmicos<sup>1</sup>.

En atención a la calidad de la información sísmica y la actualización de las técnicas, y de los datos sísmicos, se ha tomado en consideración el documento del Instituto Geofísico del Perú referente a la zonificación sísmica del territorio peruano para fines de aplicación de la "Norma Técnica de

<sup>1</sup> Los sismos de 1970 (Ancash) y 2007 (Pisco) originaron grandes procesos de licuación de suelos en los sectores de Chimbote y Tambo de Mora, respectivamente. Nota del autor.

Edificación E.030: Diseño Sismo Resistente”, del Reglamento Nacional de Edificaciones publicada en el Diario Peruano el 08 de Junio de 2006; donde la Región Lima se ubica en la Zona 3 con un valor de aceleración de 0.4 g (figura 08). En tal sentido la intensidad de los sismos en la litoral de la provincia de Barranca pueden haber alcanzado los números VI-VII-VIII y IX en la escala MM. Asimismo, en la parte de la costa de la Región Lima pasan curvas de isoaceleraciones que tienen valores de aceleración 0.44-0.42g y 0.52-0.50g para 50 y 100 años de vida útil respectivamente.

En dicho documento se señala que el valor de la aceleración se debe interpretar “como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006). Las aceleraciones extremas se presentan a lo largo de las fallas geológicas reactivadas u originadas por los sismos superficiales.

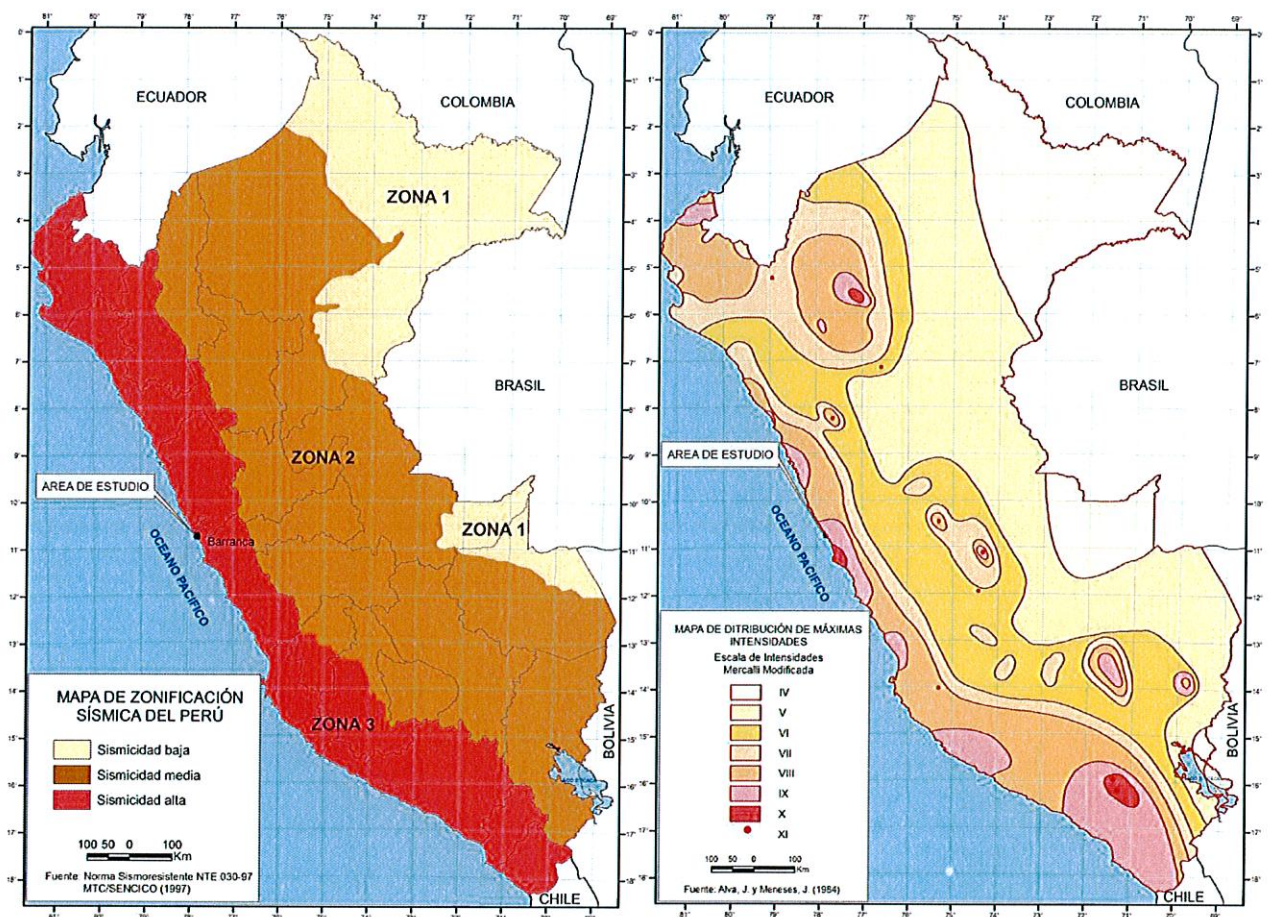


Figura 08: (Izquierda) Mapa de zonificación sísmica. (Derecha) Mapa de distribución de máximas intensidades (Fuente: IGP).

Es importante notar la presencia de sales en los materiales (gravas), precipitadas por la humedad producto de la brisa marina y el emplazamiento del agua subterránea; en el Balneario Chorrillos-Puerto Chico. Las sales se

convierten en un elemento agresivo y tienden a alterar la estabilidad de los cimientos de las infraestructuras y consecuentemente favorecer el movimiento diferencial del suelo, como en los cimientos de las viviendas en el Balneario Chorrillos-Puerto Chico.

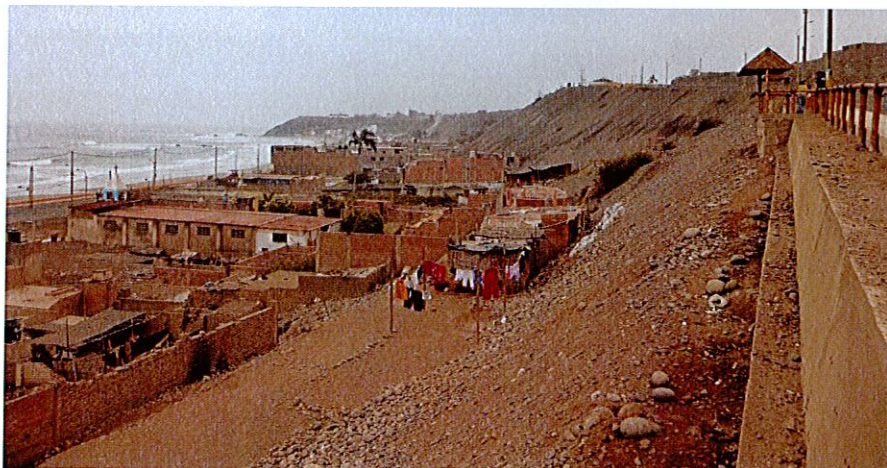


Foto 22: Presencia de humedad en el talud inferior de la carretera, la cual altera las propiedades físicas de los materiales. Se observa también el emplazamiento de las viviendas en la parte inferior (zona de alto riesgo).



Foto 23: En la parte inferior de la carretera se observa, con tonalidad oscura, la humedad presente en paredes de algunas viviendas. En estos sectores se observa también una ligera capa de tonalidad clara correspondiente a la presencia de sales. Estas sales son elementos químicos agresivos a cualquier estructura asentada en este suelo, y la base de las viviendas presenta el deterioro lento por dichas sales.



Foto 24: A la izquierda se observa la captación de un manantial (producto de las filtraciones de aguas de riego) al pie del talud superior de la carretera, a la derecha una ruptura de tubería genera filtraciones de agua (talud inferior de la carretera). Estas filtraciones pueden comprometer la estabilidad del talud.

## 5. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN EN LOS PROCESOS GEOLÓGICOS

Identificados los agentes que contribuyen con la generación de los eventos de inestabilidad, se acometen obras que propenden por la recuperación de las condiciones de estabilidad y la mitigación de los efectos adversos que la materialización de la amenaza puede acarrear sobre otro tipo de estructuras.

Teniendo en cuenta que la inestabilidad de los taludes se debe en muchos casos a la imposibilidad del terreno para soportar las cargas inducidas por las fuerzas de cuerpo (gravitacionales y sísmicas, entre otras), el cambio en la geometría del talud pretende remover el material que puede generar la inestabilidad.

De acuerdo a las características condicionantes existentes en las zonas evaluadas, se dan algunas alternativas de solución de forma general; esto con la finalidad de minimizar las ocurrencias de derrumbes, producto de los cortes de carretera, socavación de río, actividad antrópica, condiciones intrínsecas de los suelos existentes, entre otros. Así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias en el futuro.

A continuación, propondremos algunas medidas de estabilización para el talud, que ayudaran a solucionar los problemas de inestabilidad localizadas en el área de estudio.

## 5.1 MEDIDAS PARA ZONAS CON ASENTAMIENTOS (TALUDES FALLADOS)

### ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Métodos en los cuales se van a colocar fuerzas externas al movimiento aumentando las fuerzas resistentes, sin disminuir las actuantes.

Las estructuras de contención son obras generalmente masivas (tabla 01), en las cuales el peso de la estructura es un factor importante y es común colocar estructuras ancladas. Cada tipo de estructura tiene un sistema diferente de trabajo y se deben diseñar de acuerdo a su comportamiento particular.

Tabla 01. Métodos de estructuras de contención

| Método   | Ventajas   | Desventajas  |
|--|--|--|
| Relleno o berma de roca o suelo en la base del deslizamiento | Efectivos en deslizamientos no muy grandes especialmente en los rotacionales actuando como contrapeso.   | Se requiere una cimentación competente para colocar el relleno.  |
| Muros de contención convencionales, de tierra armada, etc.   | Útiles para estabilizar masas relativamente pequeñas.  | Se requiere una buena calidad de cimentación. Son poco efectivos en taludes de gran altura.  |
| Pilotes  | Son efectivos en movimientos poco profundos, en los cuales existe suelo debajo de la superficie de falla que sea competente para permitir el hincado y soporte de los pilotes. | No son efectivos en deslizamiento profundos o cuando aparece roca o suelo muy duro debajo de la superficie de falla.                           |
| Pantallas ancladas   | Útiles como estructuras de contención de masas de tamaño pequeño a mediano.  | Existen algunas incertidumbres sobre su efectividad en algunos casos, especialmente cuando hay aguas subterráneas y son generalmente costosas. |

### RELLENO DE CONTRAPESO

Estos rellenos a veces denominados bermas se utilizan para proporcionar fuerzas resistentes en la pata del talud fallado. Para evitar el riesgo de falla de los rellenos en suelos blandos, se deben tomar precauciones durante su construcción, tales como hacer llaves o cajas más profundas en varios sitios de la base del relleno que transmitan su carga a zonas mejores del terreno de fundación (o se apoyen en esas zonas) y colocar filtros en trincheras perpendiculares al eje de la vía. También se puede colocar sobre suelo blando un geotextil de alta resistencia. Figuras 08 y 09.

La construcción de taludes tendidos y rellenos de contrapeso resulta ser una buena combinación de medidas remediales. El factor de seguridad de un talud

tendido con relleno es generalmente mayor que el de un talud tendido sin aquél.

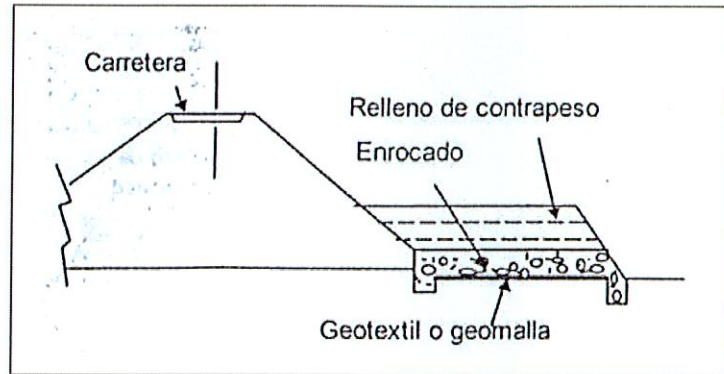


Figura 08: Construcción sugerida de un contrapeso en suelos blandos (adaptado de FHWA, 1988).

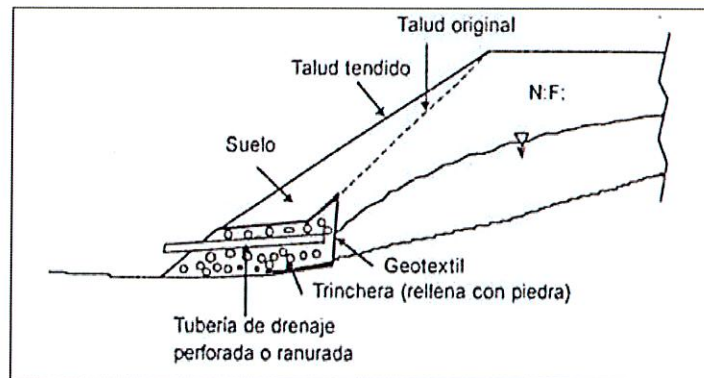


Figura 09: Sección transversal de drenaje interno por trincheras con relleno de piedra (adaptado de FHWA, 1988).

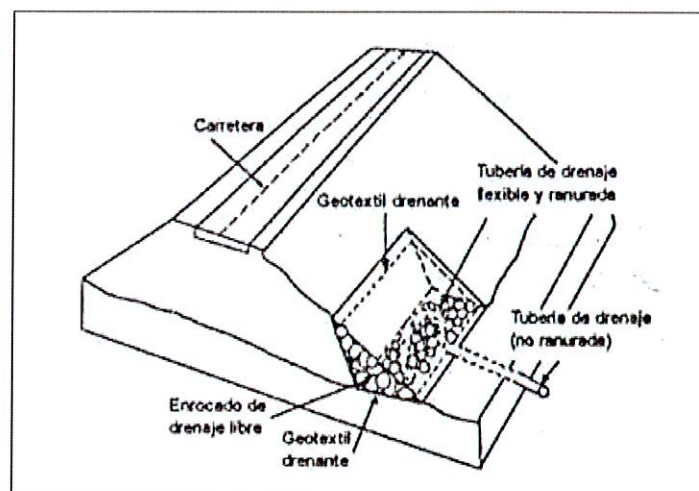


Figura 10: Corrección de un hundimiento utilizando un contrapeso de enrocado (adaptado de FHWA, 1988).

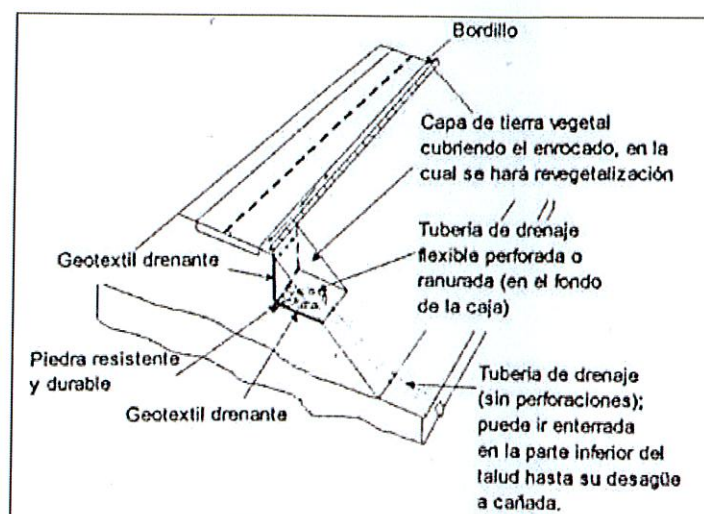


Figura 11: Reparación de un hundimiento en la parte alta de un talud utilizando un contrapeso de enrocado (adaptado de FHWA, 1988).

## 5.2 MEDIDAS PARA ZONAS CON CAÍDAS DE ROCAS

Para los derrumbes en el talud superior de la carretera Barranca-Balneario Chorrillos-Puerto Chico se debe intentar el reforzamiento de los taludes inestables con la asesoría de un especialista ya sea con cualquiera de las siguientes alternativas:

- **Vegetación:** Estos elementos se usan ampliamente como una medida pasiva para el control de caída de piedras. Complementariamente a esta medida, es recomendable utilizar la enredadera conocida como "campanilla" (*Ipomoea purpurea*), que permite una cobertura del suelo adecuada, alcanzando cada planta una longitud máxima aproximada de 5 a 7 metros. Al tratarse de una enredadera, solo se necesita acondicionar el suelo en la parte en la cual se ubican las raíces y lo demás es cubierto por el crecimiento de las partes aéreas de la planta.
- **Mallas:** Se coloca sobre el talud una malla de alambre y se fija a la parte alta del mismo por medio de cables o pernos (figura 13). Se requiere limpieza periódica. La malla actúa como contención pasiva y se usa en el control de procesos erosivos en taludes, debido a su resistencia y forma, conservando la cobertura vegetal y acelerando su desarrollo. El revestimiento de taludes con estas redes, evita la caída de bloques y piedras de menores tamaños sobre carreteras, ferrocarriles y poblados.
- **Muros de contención:** La construcción de muros en zonas con bloques pequeños o canchales, puede disminuir la vulnerabilidad en el sector.

- Banqueteado: Modificar el ángulo de los taludes en estado crítico. Esto se puede lograr con el escalonamiento o banqueteado de taludes en bermas, cubriéndolos de vegetación en forma de andenes. De lo contrario seguirán siendo susceptibles a la generación de nuevos derrumbes.

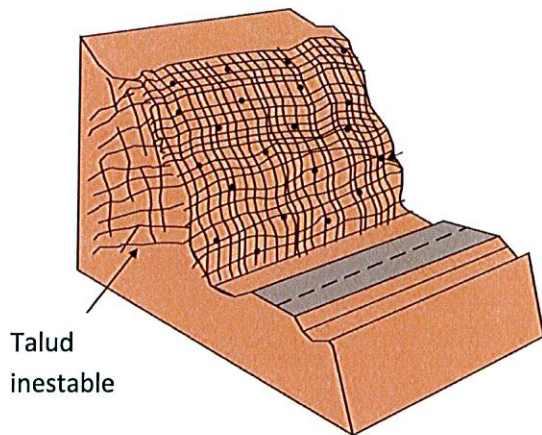


Figura 12: Empleo de mallas metálicas en taludes (adaptada de FHWA, 1988).

### 5.3 MEDIDAS DE CONTROL PARA EROSIÓN FLUVIAL

Las medidas que se proponen, están orientados a minimizar (mitigar) los derrumbes que ocurren en la margen izquierda del río Pativilca, producto de la socavación de la base del talud de la terraza. Para la protección a nivel de cauce, se recomienda la construcción de gaviones o enrocado, por su fácil construcción, las cuales resultan más económicas que las que emplean soluciones rígidas o semirrígida (relación vida útil vs Costo total favorable). Para el control físico del avance de la erosión se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las obras de defensa ribereña que cabe destacar son: los gaviones, enrocados y muros, como se muestra en las figuras 13 y 14 y fotos 25 y 26.



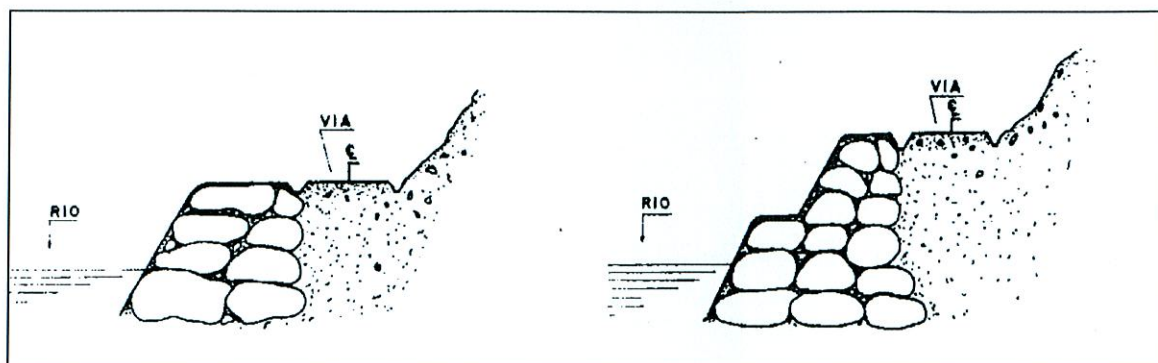


Figura 13: Uso de enrocados para protección de riberas.

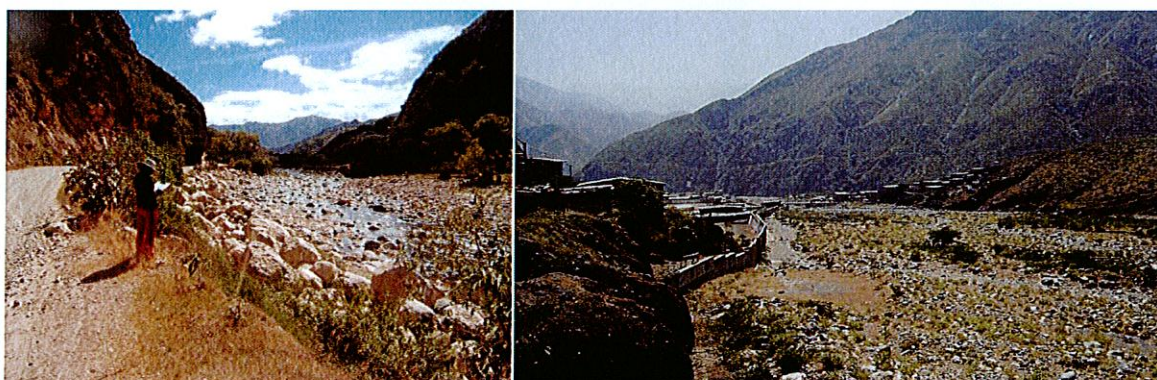


Foto 25: Ejemplo de uso de enrocados para protección de la plataforma de carretera (izquierda). En muchos casos esto debe estar acompañado de un levantamiento de la rasante de la carretera. A la derecha, protección de ribera contra erosión fluvial e inundación.

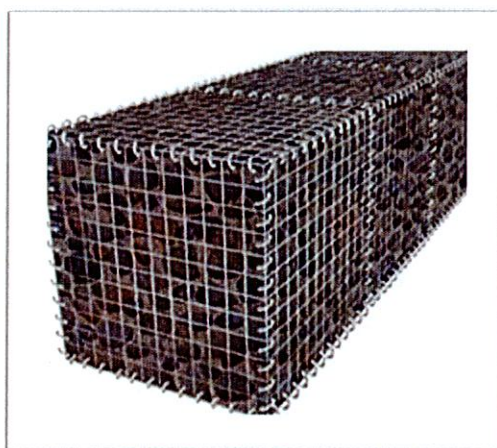


Figura 14: Uso de gaviones en obras de protección de laderas o erosión fluvial.



Foto 26: Ejemplo de construcción de muro de gaviones para protección de talud inferior de carretera.

## CONCLUSIONES

### En el sector A-001 Balneario Chorrillos-Puerto Chico:

- 1) Los materiales en este sector están formados por depósitos aluviales provenientes del antiguo cauce y llanura de inundación del río Pativilca (Conglomerado de Barranca). Son materiales inconsolidados conformados por cantos, gravas subredondeadas a redondeadas en matriz areno-limosa. En ellos se están generando derrumbes, caídas de rocas y talus de detritos en el talud de corte de la carretera asfaltada Chorrillos-Puerto Chico. El talud de corte tiene pendiente casi vertical, con alturas de hasta 20 m; en una longitud de 215 m. La zona además es afectada por asentamientos y agrietamientos en la plataforma de la carretera.
- 2) Los factores que han ocasionado los derrumbes son atribuidos a: pendiente del talud (70-88°), naturaleza de los depósitos (gravas inconsolidadas), presencia de filtraciones. Procesos detonados por la vibración del terreno ocasionada por el intenso tráfico vehicular y movimientos sísmicos.
- 3) La actividad antrópica está contribuyendo a desestabilizar la zona. Los cortes realizados en la ladera para la construcción de la carretera de acceso, así como el riego en terrenos de cultivo en la parte superior, producen filtraciones de agua hacia el subsuelo, sobresaturándolo este e inestabilizando la ladera.
- 4) En la actualidad, se encuentra comprometida la seguridad física de las viviendas del poblado Chorrillos, Puerto Chico, terrenos de cultivo y la carretera.
- 5) Otro factor de peligro identificado en el balneario Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos, constituye la presencia de agua subterránea superficial (napa freática), la presencia de arenas (depósitos marinos), factores aunados a la alta sismicidad de la región, hace que el balneario sea muy susceptible a procesos de licuación de suelos.

### En el sector A-002 La Garita:

- 6) Se trata de derrumbes localizados en la margen izquierda del río Pativilca. Esta situación se agrava anualmente, con las avenidas estacionales durante el periodo lluvioso; así como crecidas excepcionales, caso El Niño, estos derrumbes pueden incrementarse por el comportamiento extremo de la dinámica fluvial sobre la base de los taludes de las terrazas aluviales. El curso fluvial en este sector del río Pativilca discurre de forma longitudinal, con taludes verticales y altos (de hasta 20 m) en su margen izquierda a extendidos y bajos en su margen derecha. Su cauce, varía entre 350 a 370 m. En los taludes, se han generado cárcavas y bad lands producto del arrojamiento de desagües en los taludes, principalmente en los sectores Cruz Blanca, La Garita. Derrumbes que se generan por la acción erosiva del río Pativilca, el mal manejo de las aguas de riego y la inadecuada ubicación de colectores de desagüe.

- 7) En general, la modificación de relieve debido a la actividad antrópica tiende a establecer condiciones inestables del material con la tendencia a producir pequeños derrumbes.
- 8) En esta situación, se altera las condiciones estables del material de cobertura la cual tiende a manifestarse en movimiento diferencial, esta modificación puede acentuarse por las cargas externas representadas por el emplazamiento de infraestructura habitacional (de mala calidad), por el deterioro de la infraestructura de saneamiento básico (agua y desagüe), y por la circulación de vehículos de diferente carga. En tal sentido, el emplazamiento de alguna infraestructura debe ser concordante a las características y condiciones del material de cobertura.

Por las condiciones geodinámicas que se presentan en la zona (derrumbes, asentamientos en la carretera, grietas en la plataforma), ambos sectores son consideradas como **PELIGRO LATENTE**, pudiendo evolucionar a PELIGRO INMINENTE, si no se ejecutan las acciones de estabilización recomendadas.



---

GRISelda OFELIA LUQUE POMA  
ING. GEOLOGO GEOTECNICO  
CIP 125429

## RECOMENDACIONES

### En el sector A-001 Balneario Chorrillos-Puerto Chico:

- 1) Restringir el tráfico para vehículos pesados en la Av. Chorrillos, solo deben circular vehículos livianos. De seguir el agrietamiento, sería necesario restringir totalmente el tráfico vehicular, hasta solucionar el problema.
- 2) Evitar filtraciones y/o el humedecimiento del talud. Para tal efecto, es importante controlar el riego de los terrenos de cultivo ubicados sobre el talud. Para ello es importante se cambie el método de regadío por técnicas de riego por aspersión o goteo.
- 3) Se recomienda la protección del talud, para evitar el desprendimiento de gravas, u otros materiales que puedan provocar daños a personas, vehículos y viviendas situadas al pie del talud.
- 4) Las técnicas para protección del talud a emplear pueden ser: vegetación de taludes, enmallado, recubrimiento con suelo cemento, geomallas, así como muros de contención al pie de los taludes más inestables, etc. (según la actualización de las normas técnicas CE-020: "Estabilización de suelos y Taludes" del Reglamento Nacional de Edificaciones).
- 5) Para el talud inferior de la Av. Chorrillos, se recomienda colocar muros de contención al pie del talud. Si es necesario, se tendrá que reubicar algunas viviendas que se encuentren muy cerca a estos. Estos proyectos deberán incluir el diseño de los sistemas de seguridad física necesarios, principalmente para casos de sismos, definiéndose rutas y tiempos de evacuación, áreas de concentración, refugio, etc.
- 6) Para viviendas mayores a dos niveles, se recomienda usar zapatas cuadradas interconectadas con vigas de cimentación, con el fin de reducir los asentamientos diferenciales.
- 7) La empresa encargada del alumbrado eléctrico tendrá que realizar mantenimiento permanente de los postes que se encuentran en la Av. Chorrillos.
- 8) El suelo del Balneario Chorrillos-Puerto Chico contiene sales solubles, por lo que se recomienda el uso de cemento adecuado para el diseño del concreto. Así como tomar medidas estructurales y mejorar la calidad de sistema constructivo en las viviendas para superar los problemas de asentamientos.

**En el sector A-002 La Garita:**

- 9) No se deberá efectuar construcciones al borde del talud, dejar zona de seguridad de hasta 20 metros.
- 10) Las técnicas para protección del talud, que se pueden emplear son variadas como: arborización, enmallado, recubrimiento con suelo cemento, geomallas, muros de contención al pie del talud de las zonas más inestables, etc.
- 11) Las viviendas deben alejarse una distancia prudencial del pie del talud. Prohibir el crecimiento desordenado de la ciudad hacia las márgenes del río Pativilca
- 12) Se debe evitar el arrojado de material de desmonte hacia el río y mejorar el vertimiento final de las aguas residuales canalizadas hasta el lecho del río, en la margen izquierda del río Pativilca.
- 13) En el diseño de vías, accesos y circulación dentro de edificaciones en general, debe prestarse atención a las facilidades para el desplazamiento y la seguridad de los limitados espacios físicos.
- 14) Se debe implementar el riego por goteo, en los terrenos de cultivo que se encuentran en la margen izquierda del río Pativilca.
- 15) Para evitar el avance de la erosión fluvial del río Pativilca, en la terraza aluvial donde se asienta el poblado La Garita, se debe dragar o descolmatar los antiguos canales del río ubicados agua arriba que han sido rellenados por gravas y arenas.
- 16) En la zona que está siendo erosionada por el río Pativilca (margen izquierda), se debe construir un enrocado o defensa ribereña diseñada según la morfología del cauce y dinámica del río.

  
GRISELDA ORELIA LUQUE POMA  
ING. GEOLOGO GEOTECNICO  
CIP 125429.

## REFERENCIAS

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washinton D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.

Cobbing, J. (1973). Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 26, 172 p.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012). Reglamento Nacional de Edificaciones. Actualización de las Normas de Técnicas de Edificación CE. 020 “Estabilización de suelos y Taludes”). Publicado en El Peruano, 09 de noviembre del 2012.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas (2007). Movimientos en masa en la región andina. Guía para la evaluación de amenazas.403 p.

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Colombia. 541 p.