



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: LM-IG-04-19

Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranjo – Paquera

INFORME FINAL



Preparado por:
Ing. Ana Lorena Monge S., M.Sc.
Coordinadora
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Abril, 2019



CONTENIDO

I.	Introducción	4
II.	Comentarios de algunos taludes respecto al mecanismo de falla posible	4
II.1	Estación 19+440, talud derecho.....	5
II.2	Estación 17+360, talud izquierdo	5
II.3	Estación 13+397, talud derecho.....	6
II.4	Estación 4+260, taludes a ambos lados	7
II.5	Estación 3+286, talud derecho.....	8
II.6	Comentarios finales respecto a los mecanismos de falla posibles de algunos taludes ...	10
III.	Comentarios acerca de taludes de gran altura	10
III.1	Estación 19+097, talud izquierdo	10
III.2	Estación 4+585, talud izquierdo	11
IV.	Talud con condiciones especiales en el proyecto.....	11
V.	Rellenos.....	12
VI.	Escombreras	14
VII.	Comentarios finales.....	14
VIII.	Referencias	15



INFORME DE LA GIRA REALIZADA AL PROYECTO PLAYA NARANJO – PAQUERA

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra un resumen de la gira realizada al proyecto de la Ruta No. 160, Sección: Playa Naranjo – Paquera. Se comentan algunas condiciones observadas en los taludes visitados y lo que se considera que sería conveniente realizar en miras de tratar de evitar colapsos futuros en la carretera.

Se realiza una comparación de las condiciones establecidas del comportamiento de los materiales encontrados en los taludes en el estudio de suelos para su análisis de estabilidad inicial, con respecto a lo observado en sitio, y se indican algunas recomendaciones que podrían ser consideradas por el diseñador como parte de la revisión de los taludes en su condición actual al ser trabajados en el sitio.

II. Comentarios de algunos taludes respecto al mecanismo de falla posible

Como se mencionó en el informe LM-IG-07-18 “Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranjo – Paquera” entregado en diciembre del 2018, al realizar las revisiones correspondientes de los estudios de suelos, se logró constatar que el análisis se realizó a un solo perfil geotécnico generalizado para el proyecto y que se había tomado como premisa que el comportamiento de los materiales que componen el talud iba a ser regido por la mecánica de suelos y no iba a estar dominado por el comportamiento de un macizo rocoso (mecánica de rocas), ya que se supuso que el material se encontraba altamente meteorizado.

A pesar de que en la visita se logra constatar que el material por su aspecto es prácticamente el mismo a lo largo de la línea del proyecto, se considera importante realizar un análisis de estabilidad discretizado, ahora que los taludes se encuentran siendo trabajados y muestran su condición real en sitio. Lo que se considera pertinente es que, con la condición real del talud, se pueda establecer el tipo de modelo geotécnico que podrán tener los taludes y con ello aplicar los conceptos de estabilidad más claros para zonas que tengan comportamiento de suelos por su meteorización, de los que más bien presentan una condición de macizo rocoso.

Esto queda evidenciado claramente en los taludes que se muestran a continuación, donde se observa que a pesar de que en ciertas zonas el macizo se encuentra altamente meteorizado, existen zonas donde pueden ser las familias de discontinuidades las que dominen el comportamiento de estabilidad. No está de más indicar que con el establecimiento de estos modelos más discretizados en varios taludes, con sus características propias, se pueda establecer con mayor facilidad el sistema de sostenimiento adecuado para los mismos.

Para efectos de ubicar los taludes en cada una de las márgenes de la carretera, se ha decidido tomar como punto de partida la estación 0+000 y dirigirse hacia el final del proyecto, con ello se nombran los taludes derecho e izquierdo.

II.1 Estación 19+440, talud derecho

En este punto es recomendable realizar adicionalmente un análisis estereográfico para determinar si la familia de discontinuidades llamada en la fotografía “J1” al ser cortada por la familia de discontinuidades “J2”, pueda genera planos que sean susceptibles a deslizarse a lo largo de la pendiente del talud, que parece a simple vista tener el mismo buzamiento que la familia de discontinuidades J1, favoreciendo la inestabilidad de este. La dinámica entre las direcciones de las discontinuidades y la pendiente del talud se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Talud derecho, estación 19+440

Para la estación 19+460 CACISA propuso inicialmente la colocación de un muro de gaviones, tomando prevenciones de la inestabilidad del talud. Sin embargo, se considera importante considerar si este tipo de muro es el pertinente para los mecanismos de falla que se podrían presentar una vez que se realice el nuevo análisis.

II.2 Estación 17+360, talud izquierdo

Al igual que el anterior, se considera pertinente realizar un análisis estereográfico para determinar si las direcciones de las familias de discontinuidades presentes en el talud podrían generar de algún modo el mecanismo dominante de falla propia de la mecánica de rocas y no tanto de deslizamientos tipos “cuchara” de la mecánica de rocas, que puede suceder cuando un macizo se encuentra altamente meteorizado.



En este caso, también parece existir una influencia en la estabilidad del talud, dadas por dos familias de discontinuidades, las llamadas J1 y J2. Esto se observa en la Figura 2. Con este análisis adicional, se podría establecer un sistema de sostenimiento más efectivo para el posible tipo de mecanismo de falla que se podría presentar eventualmente, si el análisis estereográfico así lo muestra.



Figura 2. Talud derecho, estación 17+360

Igualmente, para una estación cercana, la 17+350, CACISA propuso la colocación de otro muro de gaviones, tomando prevenciones de la inestabilidad del talud. Sin embargo, se considera importante considerar si este tipo de muro es el pertinente para los mecanismos de falla que se podrían presentar una vez que se realice el nuevo análisis.

II.3 Estación 13+397, talud derecho

Este talud en particular presenta las características de los taludes anteriores, sumado a que presenta una gran altura sin la construcción de bermas a la altura propuesta de 8 m como máximo. Esto lo podría convertir en un talud con alto potencial de inestabilidad, sobre todo porque en la cara del talud ya se vislumbran indicios de fallas de bloques formados por la intersección de las familias de discontinuidades encontradas en el macizo rocoso a lo largo del proyecto. Esto puede constatarlo con lo observado en la Figura 3.



Figura 3. Talud derecho, estación 13+397

II.4 Estación 4+260, taludes a ambos lados

Como constante de este proyecto, los taludes de la estación 4+260 a ambas márgenes, presentan de igual forma el predominio de la mecánica de rocas en su mecanismo de falla, pues al igual que los taludes comentados anteriormente, las familias de discontinuidades son recurrentes y vuelven a generar conformaciones que eventualmente podrían generar inestabilidad de bloques.

Es por ello, que se considera recomendable realiza el análisis de proyecciones estereográficas para estar seguros de que lo obtenido en el análisis de estabilidad inicial es lo que se presenta realmente en campo, o se necesita implementar algunas medidas correctivas y preventivas para generar taludes estables. En la Figura 4 se muestran ambos taludes donde se puede notar que su altura es importante.

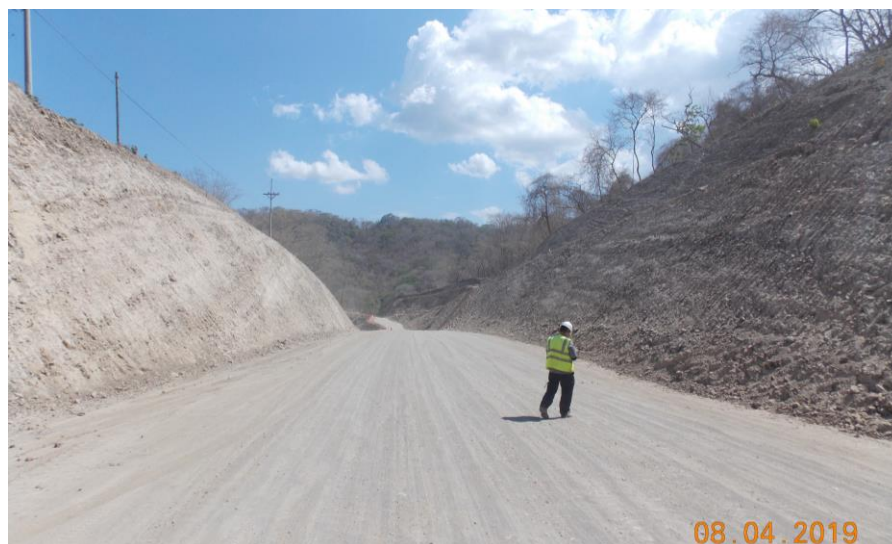


Figura 4. Taludes de la carretera, estación 4+260



En la Figura 5 se muestra un acercamiento de la conformación de los materiales en ambos taludes, mostrando que la mecánica de rocas es la que domina el comportamiento de estos. Si existiesen zonas que se encuentran más alteradas que otras en estos taludes, es recomendable plantear un modelo geotécnico específico para estos taludes y hacer los análisis por zonas, donde se puede analizar la zona de alta meteorización utilizando la mecánica de suelos y el resto del talud con las proyecciones estereográficas.



Figura 5. Materiales que conforman ambos taludes

En este caso, CACISA propone otro muro de gaviones en su análisis inicial. Igualmente se considera que esta recomendación obedece a la altura considerable de los taludes y a la posible inestabilidad de estos.

Sin embargo, se considera que realizando un análisis contemplando zonificaciones de macizos rocosos menos alterados que pueden generar una falla propia de la mecánica de suelos, la recomendación para retener las posibles fallas sea de otro tipo y no necesariamente un muro de gaviones.

II.5 Estación 3+286, talud derecho

Este talud es el que presenta una mayor evidencia para considerar realizar un análisis de estabilidad con mecanismos de la mecánica de rocas. Este talud muestra una superficie meteorizada, pero a pocos centímetros de profundidad se encuentran planos de bloques de roca buzando en la misma dirección del talud, propiciando la inestabilidad de este. Esto se observa en la Figura 6.



Figura 6. Talud derecho, estación 3+286

En la Figura 7 se observa claramente que se trata de un talud de una altura importante y que la capa meteorizada o de suelo es somera y como está rigiendo el comportamiento del talud tanto el plano del buzamiento de la discontinuidad J1. Si eventualmente estos planos se cortan por las familias de discontinuidades J2 y J3, se podrían generar bloques que podrían llegar a ser inestables. Este último fenómeno puede observarse en la Figura 6.



Figura 7. Vista ampliada del talud derecho, estación 3+286



II.6 Comentarios finales respecto a los mecanismos de falla posibles de algunos taludes

Como es apreciable, los distintos taludes discutidos en los apartados anteriores muestran que es posible encontrar predominantemente mecanismos de falla de macizos rocosos, donde la orientación de las distintas familias de discontinuidades, sus intersecciones y buzamientos pueden determinar la inestabilidad de un talud.

Es por ello, que desde el informe LM-IG-07-18 “Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranja – Paquera”, se había mencionado la conveniencia de no generalizar el perfil geotécnico para todos los taludes del proyecto y el mecanismo de falla predominante de la mecánica de suelos por tratarse de materiales rocosos altamente meteorizados.

En el presente informe se enfatiza en la consideración de un análisis adicional para comprobar la estabilidad del talud en las condiciones reales del sitio, tomando en cuenta si el mecanismo de falla sería por el predominio de la formación de bloques o cuñas propias de un macizo rocoso o bien en el mecanismo de falla propuesto desde el inicio en el estudio de suelos del proyecto.

III. Comentarios acerca de taludes de gran altura

Durante la visita se observaron taludes conformados con una gran altura, a los cuales no se les ha construido ninguna berma o se haya realizado algún tipo de trabajo de manejo de aguas superficiales, lo que se considera fundamental para evitar inestabilidades en los taludes. Estos taludes se mencionan a continuación.

III.1 Estación 19+097, talud izquierdo

El talud parece estar en una condición altamente meteorizada que hace suponer que su mecanismo de falla puede estar regido por la mecánica de suelos y no tanto la mecánica de rocas de macizos rocosos, por lo que se considera adecuado el análisis de estabilidad inicialmente propuesto en el informe de estudio de suelo. Esto puede observarse en la Figura 8.



Figura 8. Talud izquierdo, estación 19+097



Sin embargo, entre las recomendaciones propuestas por CACISA en dicho informe, se contemplaba que los taludes de 8 m de altura o menos no se les construirían bermas para acortar la altura y para realizar un manejo más apropiado del agua superficial. Para taludes mayores, se deberían construir bermas para facilitar la estabilidad y el manejo de la escorrentía superficial.

Para el talud en estudio, se puede observar en la Figura 8 no existen bermas construidas a las alturas propuestas, ni manejos de agua a simple vista, situación preocupante. Se considera importante, acatar las recomendaciones dadas por el diseñador lo antes posible para que no existan problemas de inestabilidad y lavado de material por lluvias repentinas en la zona.

III.2 Estación 4+585, talud izquierdo

Otro talud que se considera adecuadamente analizado en el estudio de suelos inicial es el talud en la estación 4+585. Sin embargo, al igual que el talud anterior, se observa claramente de la que no se están cumpliendo las recomendaciones del diseñador en cuanto a la construcción de bermas y al manejo de aguas.



Figura 9. Talud izquierdo, estación 4+585

Se sugiere acatar las recomendaciones del diseñador para evitar problemas a la postre.

IV. Talud con condiciones especiales en el proyecto

En general a lo largo de todo el trayecto del proyecto, se consideró que los taludes en general habían sido analizados de una manera adecuada en el estudio de suelos inicial, solo que para los taludes del apartado II se considera pertinente realizar un análisis adicional considerando la mecánica de rocas.

Sin embargo, hay un talud que tiene una condición especial en el proyecto. Este se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Talud con condiciones especiales

En este talud se puede observar como existe una zona con un comportamiento altamente de macizo rocoso, con una presencia importante de material con sobre tamaño, el cual se considera importante eliminar, ya que la forma en como se encuentra suspenda la roca encontrada, se podría constituir en un potencial peligro para los transeúntes de la carretera.

V. Rellenos

Al observar algunos rellenos de la rasante del proyecto, se puede constatar como existe material con sobretamaño colocado en los mismos. Esto se puede observar en las siguientes figuras.



Figura 11. Relleno colocado con material considerado de sobretamaño



Figura 12. Relleno colocado con bloques de aproximadamente 200 mm



Figura 13. Relleno colocado con bloques mayores a 300 mm

A pesar de que se desconoce lo que indica el cartel, se considera que este material de relleno para la subrasante debería cumplir al menos con lo establecido en la subsección 704.10 “Relleno granular selecto” que indica que el tamaño máximo a utilizar es de 100 mm. Por lo tanto, se considera recomendable, eliminar en la medida de lo posible el material de tamaño mayor al indicado.



Adicionalmente, si a este material de relleno se está compactando y se verifica el grado de compactación con el densímetro nuclear, se considera que este sobre tamaño puede afectar en alguna medida los resultados de compactación.

VI. Escombreras

En cuanto a las escombreras encontradas en el proyecto, al parece por lo que se observa es que algunas de ellas inicialmente se trabajaron adecuadamente con capas compactadas y colocadas ordenadamente. Sin embargo, las ultimas capas se observan sin compactación, con alta cantidad de material de sobre tamaño y colocado de manera descuidada. Esto se puede observar en la Figura 14.



Figura 14. Estado de algunas escombreras del proyecto

Se considera que es recomendable realizar las colocaciones de los materiales según lo especificado en el cartel en cuanto al manejo de las escombreras, pues realizarlo desordenadamente podría generar problemas ambientales a futuro.

VII. Comentarios finales

Después de realizar la gira al proyecto de la Ruta No. 160 en la sección de Playa Naranjo – Paquera, se pudo concluir que se considera recomendable realizar un análisis en esta etapa de comprobación, sobre todo con los taludes que presentan más un comportamiento de macizo rocoso que de material altamente meteorizado que pueda fallar según la mecánica de suelos.



Se considera que debería ser un poco más específico en cuanto al establecimiento del modelo geotécnico a utilizar en distintos taludes a lo largo del proyecto, para estudiar con mayor rigurosidad su estabilidad y poder optimizar el sistema de contención de ser requerido para cada caso en específico.

Adicionalmente, es importante acatar las recomendaciones del diseñador en cuanto a la construcción de bermas y manejos de agua superficial, pues en gran medida la estabilidad de algunos de los taludes dependerá de la existencia de estas dos condiciones.

Por último, se considera recomendable eliminar el sobre tamaño de los rellenos para la rasante de la capa estructural del pavimento, para así contar con un material más uniforme que sirva como una fundación apropiada para esta obra. Asimismo, trabajar en la conformación apropiada de las escombreras, que finalmente también se constituyen en un relleno, para evitar problemas ambientales futuros.

VIII. Referencias

1. CACISA (2016). *Informe Final, Diseño de la Ruta Nacional N°160, Sección Playa Naranjo – Paquera: Capítulo 4 Identificación de Zonas Inestables*. San José.
2. CACISA (2016). *Informe Final, Diseño del mejoramiento de la Ruta Nacional N°160, Sección Playa Naranjo – Paquera: Capítulo 7 Estudio de Amenaza Sísmica*. San José.
3. CACISA (2016). *Informe Final, Diseño del mejoramiento de la Ruta Nacional N°160, Sección Playa Naranjo – Paquera: Capítulo 9 Estudios Geotécnicos*. San José.
4. Programa de Ingeniería Geotécnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (2018). *LM-IG-07-18 “Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranjo – Paquera”*. San José.