



## Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-1074-2023

### Informe de visita de campo al Proyecto de Circunvalación Norte



Preparado por:

Ing. Gustavo A. Badilla Vargas, DSc.  
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica  
Agosto, 2023





<b>1. Informe</b> EIC-Lanamme-INF-1074-2023	<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> Informe de visita de campo al Proyecto de Circunvalación Norte	<b>4. Fecha del Informe</b> 03/08/2023	
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna		
<b>7. Resumen</b> <i>Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra los aspectos geotécnicos observados durante la visita realizada el 12 de julio al proyecto de Circunvalación Norte. En la gira de inspección al proyecto Circunvalación Norte, se concluye que, en general, el trabajo se está desarrollando adecuadamente. Sin embargo, se identificaron algunos aspectos que deben ser mejorados o aclarados. En el sector de Calle Blancos, Unidad Funcional V, se observó la falta de implementación de medidas para controlar la erosión y escorrentía superficial, especialmente entre las pilas 54 y 55. Además, no se dispone de información detallada sobre la propuesta de intervención en las cercanías de las pilas 56 y 57, como el diseño y los materiales a utilizar. Se sugiere consultar los motivos por los cuales no se han completado los trabajos de estabilización de este talud y los detalles correspondiente. Se recomienda al contratista proporcionar detalles específicos sobre la propuesta de colocación de pilotes de apoyo para la pila en el sector de MACOPA. También se sugiere aclarar las modificaciones y nuevos ensayos relacionados con la intervención en este sector para hacer una valoración al respecto. En las excavaciones próximas al entronque con la Calle 25, tanto en el talud este como oeste, se ha observado humedad en la base, indicando la posible presencia de un nivel freático. Se sugiere solicitar al Consorcio, los estudios de suelos y perforaciones para descartar o confirmar la presencia de agua subterráneas próximas a esta zona, así como también la información relacionada con las acciones y trabajos que serán realizados a fin de garantizar una condición de humedad acorde con el proyecto. En la pantalla de pilotes en el sector norte de la excavación que conecta con la Calle 25, se sugiere solicitar información sobre posibles modificaciones en el diseño y los trabajos para asegurar la estabilidad y evitar daños a edificaciones cercanas a la corona del talud. Finalmente, en la intersección de Calle Blancos con el final de la Ruta 39, se considera importante solicitar la información del procedimiento y materiales que se están utilizando en las intervenciones de la parte superior de los pilotes, asegurando que se esté generando un elemento monolítico y evitando posibles debilidades en la estructura de los pilotes.</i>		
<b>8. Palabras clave</b> Taludes, estabilización, muro de pilotes, escorrentía superficial.	<b>9. Nivel de seguridad:</b> -	<b>10. Núm. de páginas</b> 11
<b>11. Preparado por:</b>  Ing. Gustavo A. Badilla Vargas, D.Sc. Ingeniero Programa de Ingeniería Geotécnica		
<b>12. Revisado y aprobado por:</b>  Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc. Coordinadora del Programa de Ingeniería Geotécnica		



## Contenido

I. Introducción .....	4
II. Unidad funcional V: Sector de Calle Blancos, sector localizado entre la calle 17 y calle 25 .....	4
III. Comentarios finales .....	10
IV. Referencias .....	11

## Informe de visita de campo al Proyecto de Circunvalación Norte

### I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra los aspectos geotécnicos observados durante la visita realizada el 12 de julio al proyecto de Circunvalación Norte. Durante esta gira se realizó la visita a la Unidad funcional V: Calle Blancos. A continuación, se presentan algunos comentarios relacionados con lo observado en sitio.

### II. Unidad funcional V: Sector de Calle Blancos, sector localizado entre la calle 17 y calle 25

En la visita realizada el pasado 12 de julio se valoró nuevamente la condición de estabilidad de los taludes en la zona ubicada entre las pilas 54 y 55. Como se ha mencionado anteriormente, desde la visita realizada el 7 de setiembre de 2022 no se ha observado una continuación en las actividades de colocación del geosintético para evitar la erosión y mantener la estabilidad del talud. Ante esta situación, la Figura 1 muestra una comparación entre la condición del talud de la visita de setiembre del 2022 y la condición observada en la última visita. Como se puede observar, la cara del talud se mantiene expuesta presentando deterioros por la erosión y la escorrentía superficial. Se puede notar también que la cara del talud actualmente presenta pérdida de material en la base, en comparación a lo observado en setiembre del 2022. Por lo tanto, se sugiere, una vez más, atender lo más pronto posible la condición de este talud, antes de que se presenten problemas de estabilidad.



Figura 1. Condición de la colocación de geosintéticos en los taludes cercanos a la zona entre las pilas 54 y 55 en: a) setiembre del 2022 y b) julio 2023

Como seguimiento a la condición de la cara del talud en el sector ubicado entre las pilas 54 y 55, en la Figura 2, se hace una comparación entre la condición observada en marzo y julio de este año. Como se puede observar la falta de medidas para la protección de la cara del talud ha desencadenado que el proceso de inestabilidad que se ha estado presentado junto al muro de suelo cosido construido en la pila 56 se haya incrementado con el paso del tiempo. Se hace necesario recordar que en este momento se encuentra la época lluviosa, por lo que la falta de medidas de protección puede generar que el material de suelo se sature con las precipitaciones normales del periodo de lluvias, las cuales pueden generar

cambios en el estado de esfuerzos del medio por incremento de presiones intersticiales asociados al agua infiltrada y reducción de las propiedades de resistencia del material. Se recalca una vez más, que la pérdida de estabilidad es un proceso gradual, que implica un aumento en los costos de reparación cuando no se toman las medidas preventivas correspondientes en el momento oportuno.



Figura 2. Condición de la cara del talud y problemas de estabilidad observados en la zona ubicada entre las pilas 54 y 55 en: a) marzo 2023 y b) julio 2023

En el caso de la zona cercana a las pilas 56 y 57, próximo a la tapia de la casa que se encuentra en la corona del talud, se observaron avances en la obra de estabilización adoptada (ver Figura 3). A la vez, se desconocen los motivos por los cuales no se han completado las obras de estabilización, ni tampoco porque existen variaciones en la disposición y diámetros de los pernos de anclaje, por lo tanto, no es posible hacer ningún comentario sobre el espaciamiento, la profundidad del anclaje, diámetros de los pernos y otros detalles relacionados con la obra de estabilización que se está haciendo y establecer si son adecuados, por lo cual se recomienda una vez más solicitar los detalles correspondientes sobre el diseño geotécnico de esta obra.



Figura 3. Condición del talud en la zona entre las pilas 56 y 57 en julio 2023

Respecto a la observación que se ha hecho en los informes EIC-Lanamme-INF-0615-2022 y EIC-Lanamme-0415-2023, relacionado con los sistemas de alcantarillado de las viviendas ubicadas en la corona del talud, se sugiere consultar al contratista si la medida que se observa en la Figura 4 corresponde a la medida definitiva que se colocará en este sector, caso contrario se insta nuevamente a implementar medidas integrales de mitigación, ya sea por parte de los propietarios o de la Administración del proyecto (quien sea el responsable), para evitar la erosión y eventual inestabilidad del talud una vez que el proyecto entre en operación.



Figura 4. Medida observada para el control de aguas en la cara del talud contiguo al muro de suelo cosido en la pila 56

En informes anteriores se ha mencionado que el Consorcio Estrella - H. Solís tomó la decisión de colocar pilotes en el sector de MACOPA para la cimentación de las pilas del viaducto que pasará por ese lugar (ver Figura 5). Como se ha indicado en los informes anteriores esta propuesta se considera técnicamente adecuada, sin embargo, pese a reiteradas solicitudes, aún se desconocen los detalles específicos del modelo geotécnico considerado, la memoria de cálculo y demás detalles de la propuesta que se está realizando en este sector, con la finalidad de evaluar su idoneidad. Ahora bien, en conversaciones realizadas en sitio con representantes de la supervisora UNOPS, se indicó que el Consorcio actualmente está realizando ensayos y perforaciones adicionales en los sitios de cimentación donde fueron colocados los pilotes. Debido a estas situaciones, se sugiere solicitar nuevamente la propuesta de intervención que está siendo construida en este sector y las aclaraciones referentes a los nuevos ensayos y posibles modificaciones a la propuesta de intervención con la finalidad de hacer una valoración al respecto.



Figura 5. Avances observados en la construcción de las pilas del viaducto en el sector de MACOPA

Como se ha comentado en los informes EIC-Lanamme-INF-0615-2022, EIC-Lanamme-INF-1017-2022 y EIC-Lanamme-INF-0415-2023 la pared en el costado este de la excavación, la cual corresponde con el entronque con la calle 25 (Calle Blancos), ha evidenciado la presencia de humedad en la base de la excavación del talud. Esta condición, se ha evidenciado con el afloramiento de agua durante la época lluviosa en el 2022 y con la presencia de humedad durante la época seca (mes de marzo) del año 2023. Así pues, en la visita realizada el pasado 12 de julio, se observó nuevamente el afloramiento de agua en la base del talud de este mismo sector (ver Figura 6), así como también se observan algunos problemas de inestabilidad superficial en la cara del talud de corte al este de la excavación con entronca con la calle 25 (Calle Blancos).



Figura 6. Condición de humedad y cara del talud este de la excavación con entronca con la calle 25 (Calle Blancos)

Por su parte, en la Figura 7, se observa la condición de la excavación en el costado oeste del entronque con la calle 25 (Calle Blancos), donde se tiene una acumulación de un volumen de agua considerable que mantiene una condición de saturación del suelo. En conversaciones realizadas en el sitio con representantes de la supervisora UNOPS, se indicó que esta acumulación de agua correspondía a las lluvias que se presentaron en los días previos a la visita y que no correspondía a la presencia de niveles freáticos en el sector. No obstante, con base en lo observado en campo y el histórico de las visitas que el Programa de Ingeniería Geotécnica ha venido realizando en este sector, las evidencias sugieren la existencia de un nivel freático en la zona. Por lo tanto, se sugiere solicitar al Consorcio, los estudios de suelos y perforaciones llevados a cabo en este lugar para descartar o confirmar la presencia de aguas subterráneas próximas a esta zona. De persistir la presencia de humedad durante la época de verano, es importante considerarla en el diseño de las obras que se están realizando y, por ende, se sugiere solicitar al contratista la información relacionada con las acciones y trabajos que serán realizados en este sector a fin de garantizar una condición de humedad acorde con el proyecto. Caso contrario, la presencia de agua puede disminuir de manera significativa la capacidad de resistencia al corte de los materiales subyacentes a la capa asfáltica, lo cual, sumado al peso de los vehículos, podría favorecer problemas de durabilidad de la superficie de ruedo, reducción de la resistencia de las capas de apoyo, así como también deformaciones permanentes o asentamientos en la superficie del pavimento.



Figura 7. Condición de acumulación de agua en la excavación y en la cara del talud oeste de la excavación con entronca con la calle 25 (Calle Blancos)

Finalmente, un aspecto que se ha mencionado en los informes EIC-Lanamme-0130-2022, EIC-Lanamme-INF-0472-2022 y EIC-Lanamme-INF-0415-2023 se relaciona con la importancia de la revisión de la estabilidad y los análisis de deformaciones para verificar que no se generarían afectaciones a las edificaciones próximas a las zonas donde se están realizando movimientos o cortes en el terreno. Así pues, en la Figura 8, se puede observar el acabado de la pantalla de pilotes en el sector norte de la excavación que entronca con la calle 25 (Calle Blancos), donde se puede notar su cercanía con casas de habitación y que la mayoría de los pilotes no alcanzan la altura total, se desconoce si esto responde a modificaciones en el diseño que se están aplicando a este sector dada la condición indicada, pues en una visita anterior se había observado que se estaban demoliendo algunos de los pilotes para ampliar el ancho de la excavación. Nuevamente, como se indicó en el informe EIC-Lanamme-INF-0415-2023 no se pudo verificar si se han implementado otras medidas para evitar impactar las estructuras cercanas o si se trata de edificaciones previamente expropiadas. Además, no se tiene información sobre el acabado

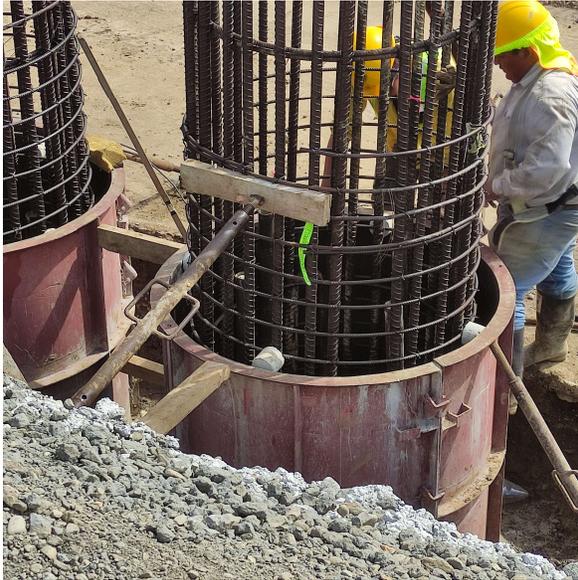
o las medidas de protección que se aplicarán en la cara del talud. Por este motivo, se sugiere solicitar al contratista detalles relacionados con las modificaciones en el diseño geométrico y geotécnico, así como las acciones y trabajos que se llevarán a cabo para asegurar una estabilidad y deformabilidad que no cause daños a las edificaciones cercanas a la corona del talud en este sector.



Figura 8. Acabado de la pantalla de pilotes en el sector norte de la excavación que entronca con la calle 25 (Calle Blancos)

Finalmente, se visitó la intersección de Calle Blancos con el final de la Ruta 39 (anillo de circunvalación), y se observó que el contratista está haciendo intervenciones en la parte superior de los pilotes que ya fueron colocados en este sector. Por un lado, en algunos pilotes se está haciendo el “descabezamiento” de los pilotes para eventualmente construir la viga de amarre superior. Por su parte, en los pilotes que se localizan más próximos a la intersección de Calle Blancos se observó que se están haciendo agregados (o aumento de altura) en la parte superior de los pilotes. Según conversaciones realizadas con un representante del Consorcio Estrella - H. Solís, el aumento en la altura de los pilotes responde a que los accesos que serán construidos en este sector son más altos que la altura actual de estos pilotes. Ahora bien, según lo visto en campo (ver la Figura 9), para aumentar la altura de los pilotes se colocan moldes y luego se hace el colado del concreto. No obstante, de lo visto en campo y de las conversaciones realizadas, para algunos de los pilotes fueron realizadas coladas de concreto en días o momentos diferentes hasta alcanzar la altura requerida. Lo anterior, se debió a que el contratista no disponía en su momento de moldes con una altura suficiente para alcanzar en una sola colada de concreto la altura requerida. En el momento de la visita se observó que ahora si se cuenta con un molde de mayor altura que permitiría hacer el colado de concreto de forma total. En la Figura 9b se observan las diferencias de altura de los moldes que están utilizando.

Debido a que el colado del concreto se está dando con diferencias de tiempo, y para evitar que se generen “juntas frías” entre las coladas de concreto, el representante del Consorcio manifestó que se está colocando un epóxico para garantizar un comportamiento monolítico de los pilotes.



(a)



(b)

Figura 9. Procedimiento utilizado para aumentar la altura de los pilotes: a) colocación de moldes, b) acabado en la cabeza de los pilotes

En este sentido es esencial destacar la importancia que tiene garantizar el monolitismo de los pilotes que formarán la pantalla del muro de pilotes y, mantener así, la integridad estructural. Por lo que, se considera importante solicitar la aclaración de si este tipo de intervención fue revisada y aceptada por parte del ingeniero diseñador, ya que, aunque se esté utilizado en este aumento de altura el mismo tipo de concreto que se colocó durante el proceso constructivo del pilote, es necesario garantizar que se esté generando efectivamente un elemento monolítico y evitar que, esta unión o “junta fría” de las diferentes coladas de concreto, se conviertan en zonas con algún tipo de debilidad en el mismo. Es por ello que, se considera importante que la Unidad de Auditoría Técnica, solicite la información del procedimiento y materiales que se están utilizando para realizar estas actividades en el concreto de los pilotes y así poder compararlo con técnicas reconocidas y recomendadas, sobre todo por el American Concrete Institute (ACI).

### III. Comentarios finales

Después de realizar la gira al proyecto Circunvalación Norte, se puede inferir que, de manera general, el trabajo se está realizando de forma adecuada.

En el caso de la Unidad Funcional V, sector de Calle Blancos, se observó que todavía no han sido llevadas a cabo diversas medidas para el control de la erosión y escorrentía superficial, especialmente en los taludes en la zona entre las pilas 54 y 55. En el caso, de la zona cercana a las pilas 56 y 57, todavía no se tiene información de los detalles específicos de la propuesta de intervención, tales como el diseño y los materiales que han sido empleados. Además, se sugiere consultar los motivos por los cuales no se han completado los trabajos de estabilización de este talud y los detalles correspondientes.

Adicionalmente, se sugiere solicitar nuevamente al contratista los detalles específicos de la propuesta de colocar pilotes de apoyo para la pila que se está colocando en el sector de MACOPA. De las conversaciones realizadas en sitio con representantes de la supervisora UNOPS, se sugiere solicitar al contratista aclaraciones referentes a los nuevos ensayos y posibles modificaciones a la propuesta de intervención de este sector con la finalidad de hacer una valoración al respecto.



En esta visita, así como también en las visitas anteriores, fue posible observar que, tanto el talud este como el oeste de las excavaciones próximas del entronque con la calle 25 (Calle Blancos), se ha evidenciado la presencia de humedad en la base de la excavación del talud. Esta condición presupone evidencias del afloramiento de algún nivel freático en el sitio, por esta razón se sugiere solicitar al Consorcio, los estudios de suelos y perforaciones llevados a cabo en este lugar para descartar o confirmar la presencia de agua subterráneas próximas a esta zona. Así como también se sugiere solicitar la información relacionada con las acciones y trabajos que serán realizados en este sector a fin de garantizar una condición de humedad acorde con el proyecto a fin de valorar y evitar cambios en el comportamiento y en el desempeño de las obras que se ejecutan.

En el caso de la pantalla de pilotes en el sector norte de la excavación que entronca con la calle 25 (Calle Blancos), se sugiere solicitar al contratista informaciones relativas a la existencia de modificaciones en el diseño que se están aplicando a este sector, así como también, detalles de las acciones y trabajos que se llevarán a cabo para asegurar una estabilidad y deformabilidad que no cause daños a las edificaciones cercanas a la corona del talud.

Finalmente, con respecto a las intervenciones en la parte superior de los pilotes observadas en la intersección de Calle Blancos con el final de la Ruta 39 (anillo de circunvalación), se considera importante que la Unidad de Auditoría Técnica solicite la información del procedimiento y materiales utilizados en esta intervención, así como también solicitar la aclaración de si este tipo de intervención fue revisada y aceptada por parte del ingeniero diseñador de la obra, ya que, aunque se esté utilizado en este aumento de altura el mismo tipo de concreto que se colocó durante el proceso constructivo del pilote, es necesario garantizar que se esté generando efectivamente un elemento monolítico y evitar que, esta unión o "junta fría" de las diferentes coladas de concreto, se conviertan en zonas con algún tipo de debilidad en el mismo.

#### IV. Referencias

1. Programa de Ingeniería Geotécnica (2022). **EIC-Lanamme-INF-0130-2022 Informe de visita al Proyecto Circunvalación Norte**. LanammeUCR. San José, Costa Rica.
2. Programa de Ingeniería Geotécnica (2022). **EIC-Lanamme-INF-0472-2022 Evaluación preliminar de factores de seguridad y deformaciones en las obras de excavación de la Unidad Funcional 5**. LanammeUCR. San José, Costa Rica.
3. Programa de Ingeniería Geotécnica (2022). **EIC-Lanamme- INF-0615-2022 Informe de visita al Proyecto Circunvalación Norte**. LanammeUCR. San José, Costa Rica.
4. Programa de Ingeniería Geotécnica (2023). **EIC-Lanamme- INF-0415-2023 Informe de visita al Proyecto Circunvalación Norte**. LanammeUCR. San José, Costa Rica.