



Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-0615-2022

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
Mayo, 2022





1. Informe EIC-Lanamme-INF-0615-2022	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Informe de visita de campo al Proyecto de Circunvalación Norte	4. Fecha del Informe 17/05/2022	
5. Organización y dirección 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		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen <i>Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra los aspectos geotécnicos observados durante la visita realizada el 4 de mayo al proyecto de Circunvalación Norte. Después de realizar la gira al proyecto se puede inferir que, de manera general, el trabajo se está realizando de forma adecuada. Se recomienda dar seguimiento al proceso de eliminación del exceso de concreto, en los pilotes de la pantalla del muro de la excavación de la Intersección a tres niveles en la Uruca, para verificar y evitar dejar expuesto el acero de refuerzo del pilote. Se recomienda solicitar información sobre el sistema de drenajes y colectores que se planean construir, con la finalidad de evaluar su efectividad. En lo que respecta a los trabajos realizados en la Unidad Funcional V, se recomienda solicitar nuevamente al contratista los análisis de deformaciones para verificar si podrían existir afectaciones a las edificaciones que se encuentran próximas a los taludes de las excavaciones que se vienen realizando en esta zona, así como también las memorias de cálculo de las obras de retención proyectadas para esta sección. Asimismo, se sugiere solicitar los diseños de las obras geotécnicas propuestas. Adicionalmente, se reitera la importancia de realizar el manejo adecuado de las aguas de escorrentía superficial y la protección de la superficie de la cara de los taludes de manera adecuada. Se destaca que actualmente la construcción del proyecto se encuentra en la transición de la estación seca a la estación lluviosa, por lo que se puede esperar lluvias importantes en la zona del mismo. Finalmente, se recomienda prestar atención y verificar la resistencia alcanzada del concreto en la parte superior de los pilotes que se están colando en la intersección de Calle Blancos con la Ruta 39, puesto que, de acuerdo a lo observado en sitio, al quedar el nivel del pilote por debajo de la excavación, podría no garantizarse que todo el concreto de sello perturbado haya sido desplazado por completo en esta zona del elemento.</i>		
8. Palabras clave Taludes, estabilización, muro de pilotes, escorrentía superficial.	9. Nivel de seguridad: -	10. Núm. de páginas 18
11. Preparado por: Ing. Gustavo A. Badilla Vargas, D.Sc. Ingeniero PIG Fecha: 17 / 05 / 2022		
12. Revisado y aprobado por: Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc Coordinadora del Programa de Ingeniería Geotécnica Fecha: 17 / 05 / 2022		



Contenido

I. Introducción	4
II. Unidad funcional I: Intersección a tres niveles en la Uruca	4
III. Unidad funcional II-B: Quebrada Rivera (León XIII).....	7
IV. Unidad funcional V: Intersección a Calle Blancos.....	8
V. Comentarios finales	17
VI. Referencias	18

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 4 de mayo al proyecto de Circunvalación Norte. Durante esta gira se realizó la visita a las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional I: Intersección a tres niveles en la Uruca
- Unidad funcional II-A y II-B: Quebrada Rivera
- Unidad funcional V: Calle Blancos

A continuación, se presentan algunos comentarios relacionados con lo observado en sitio.

II. Unidad funcional I: Intersección a tres niveles en la Uruca

Durante la visita, se evaluó el acabado de los pilotes y la condición general de la excavación del paso deprimido que se construye en esta intersección. Tal y como se indicó en el informe EIC-Lanamme-INF-0130-2022, se observaron abultamientos en el acabado de algunos de los pilotes (ver Figura 1). Sin embargo, entre la fecha del informe anterior (4 de febrero de 2022) y la fecha actual, no se observó que se hayan realizado actividades para la eliminación por corte del exceso de concreto. De esta manera, nuevamente cabe indicar la recomendación de dar seguimiento al proceso de eliminación del exceso de concreto, para verificar que durante su ejecución no se llegue a tener problemas de dejar expuesto el acero de refuerzo del pilote.



Figura 1. Pantalla de pilotes del paso a desnivel de la Uruca: (a) - (c) pantalla sur, (b) – (d) pantalla norte

Además de los abultamientos mostrados en la [Figura 1](#) se observaron problemas de acero de refuerzo expuesto debido a problemas durante el proceso constructivo de los pilotes. Por ejemplo, en la [Figura 2a](#), se observa una disgregación del concreto en la parte superior del pilote (justo donde se encuentra con la viga de amarre de los pilotes), localizado entre los estacionamientos 0+380-0+385 de la pantalla norte del paso deprimido, dejando expuesto el acero de refuerzo; lo cual puede evidenciar problemas de integridad de la mezcla de concreto, posiblemente asociada a que durante el colado no se aseguró adecuadamente que el concreto al final del colado fuera concreto sin perturbar. Por su parte, la [Figura 2b](#), correspondiente al pilote localizado en el estacionamiento 0+330 de la pantalla sur del paso deprimido, se muestran algunas deficiencias en el control del alineamiento y la colocación de los separadores que garantizan el recubrimiento mínimo de concreto para evitar dejar expuesto el acero de refuerzo del pilote.



(a)



(b)

Figura 2. Evidencias de problemas de acero de refuerzo expuesto debido a problemas durante el proceso constructivo de los pilotes

Como fue mencionado en el informe EIC-Lanamme-0130-2022, una de las preocupaciones observadas está relacionada con la presencia de niveles freáticos en las paredes del muro del paso deprimido. En este sentido, la [Figura 3](#) muestra evidencias importantes de la presencia de continua de humedad en el muro, denotadas por el crecimiento de musgo y algunas plantas en el muro norte. De igual manera, la [Figura 4](#), también muestra evidencias de la presencia de humedad en el suelo en el muro sur de la pantalla de pilotes. Para ambos casos, cabe destacar que esta visita fue realizada en el comienzo de la estación lluviosa, por lo que conforme se intensifique la estación lluviosa, es de esperar que los niveles freáticos y la presencia de humedad sea cada vez más evidente y que, eventualmente, se compliquen las actividades constructivas que se vienen desarrollando. Debido a lo anterior, se recomienda solicitar información adicional sobre el sistema de drenajes y colectores que se planean construir, con la finalidad de evaluar la efectividad de los sistemas de manejo de aguas propuestos para evitar la presencia de ésta en las paredes del muro y en la capa de rodamiento que será colocada.



Figura 3. Evidencias de presencia de humedad y niveles freáticos en el muro norte de la pantalla de pilotes



Figura 4. Evidencias de presencia de humedad en el muro sur de la pantalla de pilotes

Finalmente, un aspecto importante que debe ser tomado en consideración a la mayor brevedad es la evacuación del agua pluvial del punto más bajo del paso deprimido de la intersección de la Uruca. Como se observa en la [Figura 5](#), en el momento de la visita realizada, las lluvias de los días anteriores, así como también la presencia de las aguas subterráneas proveniente del nivel freático, han permitido acumulaciones importantes de volúmenes de agua en el punto más bajo de la excavación, lo cual puede generar dificultades desde el punto constructivo y de desempeño futuro del pavimento. Es importante indicar que, en el momento de la visita, el personal del contratista manifestó que se han tenido algunos problemas y retrasos en la construcción del microtúnel que servirá para la evacuación del agua pluvial. Teniendo en consideración estos problemas y las implicaciones que puede traer el agua en el avance y el desempeño de las obras, se considera recomendable monitorear el nivel de agua en la excavación y, eventualmente, incluir sistemas de bombeo de agua para extraerla, mientras se concluyen las obras de construcción del microtúnel. Adicionalmente, se refuerza la necesidad de solicitar información adicional sobre el sistema de drenajes y colectores que se planean construir.



Figura 5. Evidencias de acumulación de agua pluviales en el punto más bajo del paso deprimido de la intersección de la Uruca.

III. Unidad funcional II-B: Quebrada Rivera (León XIII)

Como se ha mencionado en informes anteriores, las obras construidas en la zona de Quebrada Rivera en León XIII están terminadas. Sin embargo, tal y como se ha alertado en estos informes, se sigue observando la falta de actividades de mantenimiento en las contracunetas y obras de drenaje para el control de la escorrentía superficial de algunos de los taludes construidos (ver Figura 6). En este caso, se observa que las contracunetas están obstruidas por el crecimiento de vegetación, lo cual, no permite la adecuada evacuación de las aguas provenientes de la lluvia, que eventualmente puede agravar la erosión y la estabilidad superficial de los taludes.



Figura 6. Crecimiento de vegetación próxima a las contracunetas y obras para el control de la escorrentía superficial.

Por su parte en la visita realizada, se observó la condición de las contracunetas construidas. Como se puede notar en la [Figura 7](#), algunas de las contracunetas ya presentan agrietamientos en la parte más baja de la misma. No obstante, no es posible determinar de manera visual si el material que se utilizó en construcción es el material denominado como toba-cemento, o si bien, estas contracunetas se construyeron con concreto hidráulico. En el caso del uso del material de toba-cemento, tal y como se ha indicado en informes anteriores, existen algunas inquietudes relacionadas con la durabilidad y la resistencia que este material puede proporcionar, para evitar un desgaste acelerado a la abrasión producto de la escorrentía superficial, particularmente con las precipitaciones de la temporada lluviosa, o bien la resistencia mecánica de las mismas. Así pues, se recomienda solicitar una vez más, a los responsables del proyecto, la información relacionada con el diseño de mezcla utilizado en la toba-cemento así como también, llevar a cabo una evaluación de la condición actual de las contracunetas existentes, puesto que, ya muestran la presencia de agrietamientos que pueden comprometer su desempeño futuro.



Figura 7. Presencia de agrietamientos en las contracunetas.

IV. Unidad funcional V: Intersección a Calle Blancos

Como se ha mencionado en informes anteriores, durante la visita se observa un significativo avance en las obras de movimiento de tierras, en la construcción de los cimientos de algunos de los bastiones que formarán parte del paso a desnivel del sitio y en la construcción de la pantalla de pilotes de la zona a desnivel que se conectará con la Ruta 39 (circunvalación) a la altura de Calle Blancos.

En lo que respecta a la excavación paralela a la Avenida 29A del Sector de Calle Blancos, se confirma nuevamente los avances en la construcción de la pantalla de pilotes en el sector sur de la excavación, mientras que todavía no se ha iniciado la construcción de la pantalla de pilotes en el sector norte, hasta el entronque con la calle 25 (Calle Blancos). Se desconocen los motivos del por qué no se ha iniciado con la construcción de esta pantalla de pilotes y se resalta la importancia de contemplar la influencia de

los movimientos de tierra cercanos a las edificaciones presentes en el sitio, especialmente en lo que se refiere a las posibles deformaciones que se pueden presentar en el sitio.

Vale destacar que el informe EIC-Lanamme-INF-0472-2022, presenta los resultados de los ensayos y modelaciones preliminares para verificar la estabilidad y los análisis de deformaciones esperadas en las edificaciones próximas a la corona de los taludes, ya que hasta la emisión de este informe y del informe EIC-Lanamme-INF-0130-2022 no se cuenta con información detallada de las memorias de cálculos ni diseños de las obras que van a realizarse en este sector.

En este sentido, es necesario indicar que el informe EIC-Lanamme-INF-0472-2022 corresponde a un análisis de estabilidad preliminar, que considera las condiciones estáticas y pseudo-estáticas, sin tener en consideración la presencia de un nivel freático y ninguna de las obras de retención proyectadas para este proyecto. Adicionalmente, tal y como se indica en este informe las propiedades de los materiales fueron obtenidas a partir de muestras de suelo recolectadas durante la época seca, por lo que las propiedades mecánicas y de deformabilidad obtenidas en laboratorio mostraron resultados en los cuales no se esperan daños importantes en las estructuras cercanas a la corona del talud. No obstante, se sugiere que el responsable final de los diseños definitivos lleve a cabo estudios adicionales, incluyendo más ensayos en sitio y en laboratorio donde se evalúe las propiedades mecánicas durante la época de lluvias; a fin de valorar cambios en el comportamiento y en el desempeño de las obras que se están ejecutando, así como también incluir análisis considerando la presencia del nivel freático, para establecer la criticidad de los resultados que se puedan obtener. La omisión de estos análisis podría significar problemas económicos por indemnizaciones que se deban realizar por afectaciones, que pudieron ser previstas y prevenidas mediante el análisis de deformaciones correspondiente.

Dicho lo anterior, durante la visita realizada, la pared en el costado este de la excavación, la cual corresponde con el entronque con la calle 25 (Calle Blancos), se evidenció el afloramiento de un nivel freático ubicado en la base de la excavación del talud (ver [Figura 8](#)). Dicho afloramiento de agua y el desnivel existente en el fondo de la excavación han generado la formación de un canal con flujo constante de agua en la base del talud del sector norte de la excavación, tal y como se muestra en la [Figura 9](#).



Figura 8. Evidencia de afloramiento de nivel freático en la base del talud este de la excavación con entronca con la calle 25 (Calle Blancos)



Figura 9. Formación de canal de agua en la base del talud del sector norte de la excavación.

No obstante, este mismo sector de la excavación corresponde con la pared en la cual no se ha llevado a cabo ninguna de las actividades de construcción de la pantalla de pilotes, lo cual sumado a la presencia de edificaciones próximas a la corona de los taludes y la presencia de agua en la base del talud constituyen una de las condiciones más críticas que no fue analizada en el análisis preliminar presentado en el informe EIC-Lanamme-INF-0472-2022. Ante esta situación, se considera recomendable solicitar nuevamente al contratista los análisis de deformaciones realizados, para verificar que no se generarían afectaciones a las edificaciones que se encuentran en la zona superior del talud, así como también las memorias de cálculo de las obras de retención propuestas.

Por otro lado, teniendo en consideración lo que se apuntaba en el informe EIC-Lanamme-INF-0472-2022 sobre la falta de sistemas adecuados para el control de la escorrentía superficial para evitar la erosión de la cara del talud, así como también evitar posibles problemas de estabilidad, la Figura 10, muestra evidencias observadas de diversos problemas de erosión en esta zona. Como se nota, las primeras lluvias, correspondientes a esta época del año, están generando canales de escorrentía superficial y en algunos casos, el inicio de la formación de cárcavas en la superficie de la cara de los taludes que, eventualmente también pueden generar problemas de estabilidad. Así pues, se recomienda una vez más la implementación de medidas integrales de prevención para evitar inestabilidad o deterioros en las obras que están siendo ejecutadas.



Figura 10. Formación de canal de agua en la base del talud del sector norte de la excavación.

Por lo observado en el sitio y, como una primera advertencia sobre la necesidad de intervención con sistemas adecuados para el control de la escorrentía superficial, en la [Figura 11](#) se observa una zona del talud que ya presentó problemas de inestabilidad local de la cara del talud. Una vez más, se considera sustancial reiterar la importancia de realizar el manejo adecuado de las aguas de escorrentía superficial y la protección de la superficie de la cara de los taludes de manera adecuada, pues con esta conjunción de medidas se pueden evitar eventuales problemas de erosión e inestabilidad.



Figura 11. Problemas de inestabilidad local y material caído en el talud izquierdo (sentido Ruta 32 – Calle Blancos)

Cercano a este sitio, se observa otro punto que ha sido comentado anteriormente en los informes EIC-Lanamme-INF-0130-2022 y EIC-Lanamme-INF-0472-2022, en el cual se tiene la tapia de una edificación al ras de la corona del corte de un talud de una de las pilas del futuro viaducto. En este sentido, el Programa de Ingeniería Geotécnica realizó un análisis preliminar de la estabilidad y de las deformaciones esperadas en el sitio, para verificar que no se generarían afectaciones a las edificaciones que se encuentran en la zona superior del talud.

En dichos informes, para las condiciones del terreno (final de la época seca), se determinó que no se esperarían afectaciones importantes en las viviendas vecinas debido a la resistencia y a la deformabilidad de los materiales presentes en aquel momento. No obstante, como se indicó en dicho informe, no se consideró la presencia de un nivel freático, ni tampoco las obras de retención proyectadas para este sitio, puesto que aún no se dispone de esta información.

Dicho lo anterior, y como se observa en la [Figura 12](#), ya se han concluido los trabajos de estabilización en este punto. La conclusión de estos trabajos se considera oportuna, puesto que, en este momento, las condiciones climáticas coinciden con la transición de la estación seca a la estación lluviosa, por lo que se puede esperar lluvias importantes en la zona de proyecto, condición que puede generar una reducción importante de la resistencia mecánica del suelo y un aumento significativo de las deformaciones. De esta manera, la impermeabilización y la presencia de los anclajes aumenta la resistencia del talud. Sin embargo, se considera conveniente solicitar, una vez más, la memoria de cálculo y los análisis de estabilidad realizados por el contratista para evaluar el diseño de la obra construida y el desempeño esperado.

Un aspecto que se considera pertinente consultar al contratista de la obra, se relaciona con el origen de las manchas o líneas oscuras observadas en la [Figura 12](#), con la finalidad de evaluar si se trata, o no, de problemas de humedad o flujos de agua en la fachada del concreto lanzado. Aspecto que se esperaría no ocurriera si existe un adecuado y eficiente sistemas de drenaje.



Figura 12. Obras de estabilización concluidas en el talud de corte izquierdo (sentido Ruta 32 – Calle Blancos) cercano a la tapia de una edificación

Por su parte la [Figura 13](#), muestra la condición en secciones cercanas a las obras de estabilización mostrada anteriormente. En ambas fotografías se observan deficiencias o ausencia de obras de control de la escorrentía superficial. En el caso de la [Figura 13a](#), se observa que en la parte superior de la fachada de concreto lanzado no se ha construido ningún tipo de contracuneta, se desconoce también la existencia de contracunetas en la berma de este mismo talud de corte, situación que puede generar eventualmente inestabilidad en los taludes existentes, debido a la posible saturación del material en la cara del talud expuesta, que puede generar cambios en el estado de esfuerzos del medio por incremento de presiones intersticiales asociados al agua infiltrada por las precipitaciones. Por su parte, en la [Figura 13b](#), se observó que las viviendas tienen sistemas inadecuados de alcantarillado, con salidas de agua directamente sobre la cara del talud. Se recomienda implementar medidas integrales de mitigación, ya sea por parte de los propietarios o de la Administración del proyecto (quien sea el responsable), para detener y evitar la erosión y eventual inestabilidad del talud.

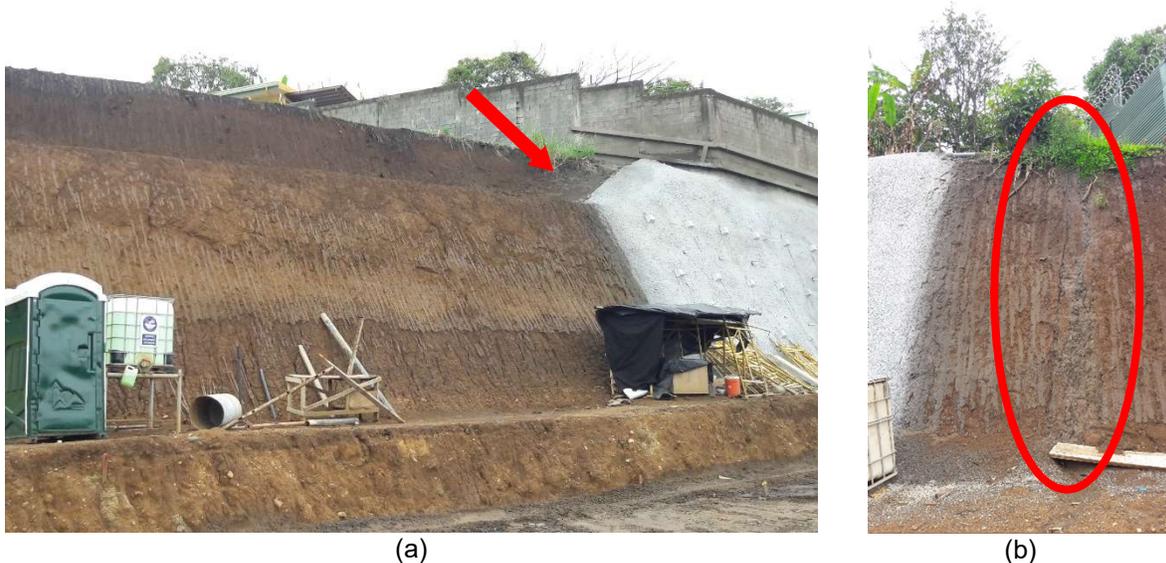


Figura 13. Falta de obras de control de escorrentía y aguas superficiales

En el caso de la **Figura 14**, se observa una situación preocupante y complicada en el sector de MACOPA, donde se evidencia un ambiente con mucha heterogeneidad de materiales, posiblemente materiales de algún relleno, sin una compactación ni diseño adecuado, la presencia de alcantarillas sin sistemas de entrega de agua apropiados y la presencia de muros de retención existentes en mal estado. Estas condiciones indican que este sector es propenso a tener varios problemas de estabilidad que deben ser adecuadamente analizados por el diseñador y contratista del proyecto. Como se ha indicado en los informes anteriores, se desconocen cuáles son los diseños u obras geotécnicas proyectadas para la Unidad Funcional V, por lo cual se sugiere solicitar detalles de las propuestas que serán realizadas en este sector, con la finalidad de evaluar su idoneidad.



Figura 14. Sector de MACOPA, con evidencias de materiales heterogéneos y presencia de alcantarillas

De igual forma, avanzando hacia el este, acercándose a la intersección con Calle Blancos, también fue posible observar una de las excavaciones de una de las rampas próximas a MACOPA que está siendo realizada. Como se observa en la **Figura 15**, el material encontrado corresponde a un relleno con una alta heterogeneidad, lo cual requiere de una campaña geotécnica exhaustiva y que el encargado del diseño tenga en consideración estas variaciones para la definición de los parámetros de diseño. No obstante, como se ha indicado anteriormente, se desconocen los estudios, diseños y las obras geotécnicas proyectadas para este sector.



Figura 15. Presencia de material de relleno en rampa próxima al sector de MACOPA

Finalmente, se visitó la intersección de Calle Blancos con el final de la Ruta 39 (anillo de circunvalación). Como se observa en la [Figura 16](#), ya se han iniciado las actividades de perforación y colado de los pilotes de la pantalla del muro de pilotes. Sin embargo, no fue posible observar el proceso de colado de los pilotes. Al conversar con los encargados del proyecto, se indicó que el procedimiento de colado sigue los procedimientos de colado de concreto bajo el agua, es decir, se busca que se forme un sello de concreto disturbado el cual es desplazado sucesivamente con la colocación subsecuente de concreto, esto con la finalidad de que no se alteren las propiedades del mismo.

Con este método, para garantizar que el concreto sello perturbado haya sido desplazado por completo de la zona del elemento que se está colando, al final del colado del pilote, es necesario que el concreto colocado continúe hasta que en la superficie se pueda observar concreto sin perturbar. Cuando esto sucede, es posible ver fácilmente en sitio, en la parte superior y la superficie adyacente al pilote una "mancha" producida por el concreto disturbado desplazado. No obstante, en el momento de la visita no fue posible observar esta condición. Al consultar esta situación a los encargados del proyecto, se indicó que se habían tomado las medidas necesarias para que ese material fuese removido inmediatamente después del colado, a la vez que no dejara esa condición en la superficie porque existía la necesidad de mantener la superficie de rueda del pavimento lo más limpia posible para mantener el tránsito normal de los vehículos que circulan sobre la Ruta 39. Aunque esta justificación parece razonable, se considera importante verificar y dar seguimiento al proceso de eliminación del exceso de concreto perturbado.



Figura 16. Acabado en la parte superior de los pilotes sobre la Ruta 39

En algunos casos, se observó que en el acabado final de algunos de los pilotes quedaron algunos aros de la estructura de refuerzo expuestos (ver Figura 17). Según los encargados del proyecto, esto se debe a que la altura final requerida del pilote se encuentra por debajo de ese nivel y que más bien, la parte superior debe ser conformada posteriormente para la colocación de la viga de amarre de la pantalla del muro de pilotes. Aunque lo anterior, puede ser considerado adecuado, se recomienda prestar atención y verificar la resistencia alcanzada del concreto en la parte superior de estos pilotes, puesto que, al quedar el nivel o acabado del pilote por debajo de la excavación, podría no garantizarse que todo el concreto de sello perturbado haya sido desplazado por completo en esta zona del elemento.



Figura 17. Presencia de aros expuestos de la estructura de pilotes

Finalmente, en la Figura 18, se observó que, durante la excavación de 2 pilotes, se encontró la presencia de una tubería de agua, que se desconoce si se trata únicamente de aguas pluviales o bien, de algún sistema de alcantarillado que pasa por el lugar. Ante esta situación, los encargados del proyecto indicaron que se encuentran realizando las averiguaciones correspondientes del origen de la tubería y que se tomarán las medidas correspondientes para evitar que la presencia de esta tubería afecte el proceso de excavación y construcción de la pantalla del muro de pilotes en esta zona, así como también tomar las medidas para conducir adecuadamente el agua sin afectar el funcionamiento del muro.



Figura 18. Tubería de agua encontrada durante la excavación de los pilotes

V. 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.

Se recomienda dar seguimiento al proceso de eliminación del exceso de concreto en los pilotes de la pantalla del muro de la excavación de la Intersección a tres niveles en la Uruca, para verificar que durante su ejecución no se llegue a tener problemas de dejar expuesto el acero de refuerzo del pilote. De igual manera se recomienda solicitar información adicional sobre los sistemas de drenajes y colectores que se planean construir, con la finalidad de evaluar la efectividad de los sistemas propuestos para evitar la presencia de agua en las paredes del muro y en la capa de rodamiento que será colocada.

Por su parte, en lo que respecta a los trabajos realizados en la Unidad Funcional V, se recomienda solicitar nuevamente al contratista los análisis de deformaciones para verificar que no se generarían afectaciones a las edificaciones que se encuentran próximas a los taludes de las excavaciones que se han realizado en esta zona, así como también las memorias de cálculo de las obras de retención proyectadas para esta sección. Asimismo, solicitar los diseños de las obras geotécnicas propuestas en los alrededores de MACOPA, con la finalidad de evaluar su idoneidad.



En este sentido, se reitera que los análisis presentados EIC-Lanamme-INF-0472-2022 corresponde a un análisis preliminar que empleó las propiedades de los materiales obtenido a partir de muestras de suelo colectadas durante la época seca, no obstante, se sugiere que el responsable final de los diseños definitivos lleve a cabo estudios adicionales, incluyendo más ensayos de laboratorio y en sitio donde se evalúe las propiedades mecánicas durante la época de lluvias, a fin de valorar cambios en el comportamiento y en el desempeño de las obras que se están ejecutando, así como también incluir en el análisis la presencia del nivel freático que fue observado en sitio en esta última visita, además de cualquier otra condición crítica que se pueda presentar en el lugar. La omisión de estos análisis podría significar problemas económicos por indemnizaciones que se deban realizar por afectaciones, que pudieron ser previstas y prevenidas mediante el análisis de deformaciones correspondiente.

Adicionalmente, se considera sustancial reiterar la importancia de realizar el manejo adecuado de las aguas de escorrentía superficial y la protección de la superficie de la cara de los taludes de manera adecuada. Se destaca que actualmente el proyecto se encuentra en la transición de la estación seca a la estación lluviosa, por lo que se pueden esperar lluvias importantes en la zona de proyecto. Es por ello que, la implementación de medidas integrales de mitigación de la escorrentía superficial puede evitar problemas de erosión y la eventual inestabilidad.

Finalmente, se recomienda prestar atención y verificar la resistencia alcanzada del concreto en la parte superior de los pilotes que se están colando en la intersección de Calle Blancos con la Ruta 39, puesto que, de acuerdo a lo observado en sitio, al quedar el nivel del pilote por debajo de la excavación, podría no garantizarse que todo el concreto de sello perturbado haya sido desplazado por completo en esta zona del elemento.

VI. Referencias

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