



Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-0130-2022

Informe de visita al Proyecto Circunvalación Norte



Preparado por:

Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc
Coordinadora
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Febrero, 2022





1. Informe EIC-Lanamme-0130-2022		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de visita al Proyecto Circunvalación Norte		4. Fecha del Informe 04/02/2022
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>A solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, se realiza una gira al proyecto Circunvalación Norte para verificar el avance en las distintas unidades funcionales. Se visitan las unidades funcionales I, II, III y V. En la Unidad funcional I, se detectan pilotes con abultamientos importantes en la parte inferior de los elementos, a los cuales hay que verificar si al momento de eliminar este exceso no queda el acero de refuerzo descubierto. Para la Unidad funcional II, lo que se observa es presencia de grietas que nacen en la viga de amarre del muro de relleno reformado y se propagan hasta la parte inferior de la baranda, sin extenderse al pavimento. No se considera que se deba por deformaciones del muro de relleno reforzado, pero se considera brindar seguimiento a las mismas con el fin de verificar si tienen alguna afectación importante al pavimento. En la Unidad funcional III, se observa que el muro derecho del bastión I sobre la Ruta 101, continúa deformado a simple vista, por lo que se considera recomendable realizar una medición en marzo o abril y otra cuando entre en operación el proyecto, para verificar si aumentan en magnitud y ponen en peligro la vida útil del mismo. Además, se considera importante dar seguimiento a las recomendaciones indicadas por el Ingeniero consultor al respecto. Por último, en la Unidad funcional V, se considera recomendable solicitar a la Administración la memoria de cálculo de los análisis realizados en la zona, que contemplen la influencia de los movimientos de tierra cercanos a las edificaciones y los muros de retención que se están construyendo en el sitio para verificar si podría existir algún tipo de afectación.</i>		
8. Palabras clave Muro de relleno reforzado, pilotes, muro de pantalla de pilotes, deformaciones, estructuras, muro de gaviones, análisis de estabilidad	9. Nivel de seguridad: -	10. Núm. de páginas 15
11. Preparado y aprobado por:		
Fecha: 04 / 02 / 2022		



Contenido

I.	Introducción	4
II.	Unidad funcional III: Ingreso al viaducto sobre la Ruta 101	4
III.	Unidad funcional II-A y II-B: Puente sobre Quebrada Rivera.....	6
IV.	Unidad funcional I: Intersección a tres niveles en Uruca	7
V.	Unidad funcional V: Intersección a Calle Blancos.....	10
VI.	Comentarios finales.....	14
VII.	Referencias	15



Informe de visita al Proyecto Circunvalación Norte

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del Lanamme UCR, el presente informe muestra los aspectos geotécnicos observados durante la visita al proyecto de Circunvalación Norte. Se visitaron las unidades funcionales:

- Unidad funcional III: Ingreso al viaducto sobre la Ruta 101
- Unidad funcional II-A y II-B: Quebrada Rivera
- Unidad funcional I: Intersección a tres niveles en Uruca
- Unidad funcional V: Intersección a Calle Blancos

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

II. Unidad funcional III: Ingreso al viaducto sobre la Ruta 101

Se visita la zona del muro de relleno reforzado en la Unidad funcional III, específicamente en el ingreso al viaducto sobre la Ruta 101 de Colima de Tibás, con el fin de dar seguimiento a la cara muro que ha mostrado problemas de deformaciones importantes, reportadas y comentadas en los informes LM-PIG-06-2021 y LM-EIC-PIG-I-23-2021. En la actualidad, la cara derecha (sentido pila 1 a pila 2) del muro de relleno reforzado del ingreso del viaducto. Este continúa mostrando deformaciones a simple vista, presumiéndose que no se ha realizado algún trabajo adicional para rectificar esta condición. Esta condición se observa en la **Figura 1**.



Figura 1 Cara derecha del muro de relleno reforzado sobre Ruta 101



Debido a que aún no se observa que se hayan realizado trabajos que generen una solución al cumplimiento de las tolerancias del muro, se considera recomendable que se realicen monitoreos frecuentes de las deformaciones de la cara de dicho muro, con el fin de contar con un historial de mediciones y verificar si existen cambios importantes, antes de su puesta en marcha.

Adicionalmente, se considera conveniente realizar mediciones de deformaciones en la cara del muro, posterior a la entrada del tránsito, para verificar que no existan cambios en las mismas que ponga en riesgo la vida útil de la obra.

Por lo pronto, se programará la medición de deformaciones en esta cara del muro para marzo o abril, e iniciar el proceso del historial de mediciones.

Se verifica la cara frontal del muro de relleno reforzado del bastión, y se observa que en el tiempo no se han presentado deformaciones a simple vista, constatando los resultados reportados en el informe EIC-Lanamme-INF-0138-2021. Esto se observa en la **Figura 2**.



Figura 2 Cara frontal del muro de relleno reforzado del bastión sobre Ruta 101

Vale la pena mencionar, que se han revisado los documentos “Informe de visita: 17 y 19 de agosto del 2021” y la “Nota técnica del 18 de octubre del 2021” aportados por la Administración a la Unidad de Auditoría Técnica. En estos el consultor geotecnista Ing. David Ulloa, hace una serie comentarios que evidencian la condición en que se encuentra la cara derecha del muro de relleno reforzado y corrobora los resultados obtenidos por PIG al realizar las revisiones de verticalidad.

Incluso, en la nota técnica, el Ing. Ulloa recomienda a la UNOPS no aceptar el muro en las condiciones en que se encontraba, sobre todo porque el contratista no había podido aportar los análisis suficientes que demostraran que la estructura no se ve afectada por estas deformaciones mayores a los límites de las tolerancias indicadas por el CR-2010.

Hasta el momento, no se conoce alguna directriz por parte de la UNOPS o de la Administración, que haya acogido la recomendación del consultor anteriormente comentada.



III. Unidad funcional II-A y II-B: Puente sobre Quebrada Rivera

Se visita el muro de relleno reforzado del bastión 1 del puente sobre Quebrada Rivera ubicado entre las unidades funcionales II-A y II-B, del cual se había comentado en el informe LM-EIC-PIG-I-24-2021. En dicho informe se habían reportado serios deterioros en el mismo, que ameritaban una intervención importante para solucionar los problemas presentados.

Se conoce se realizaron trabajos previos a las mediciones y revisiones realizadas entre los días 8 y 22 de setiembre del 2021, dando como resultado deformaciones dentro de las tolerancias indicadas por el “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes. CR-2010”, las cuales fueron mostradas en el informe EIC-Lanamme-INF-0138-2021, a pesar de que se encontraba en el proceso de construcción.

En el sitio, la cara del muro de relleno reforzado del bastión 1, se observa sin deformaciones a simple vista, lo cual era de esperarse por los resultados obtenidos en las mediciones de setiembre. Esta situación se muestra en la **Figura 3**.



Figura 3 Muro de relleno reforzado del bastión 1 en Quebrada Rivera

Lo que se detecta es la presencia de grietas en el concreto de la viga de amarre que se extienden por la baranda del puente, tal como se muestra en la **Figura 4**, enceradas en los círculos amarillos.

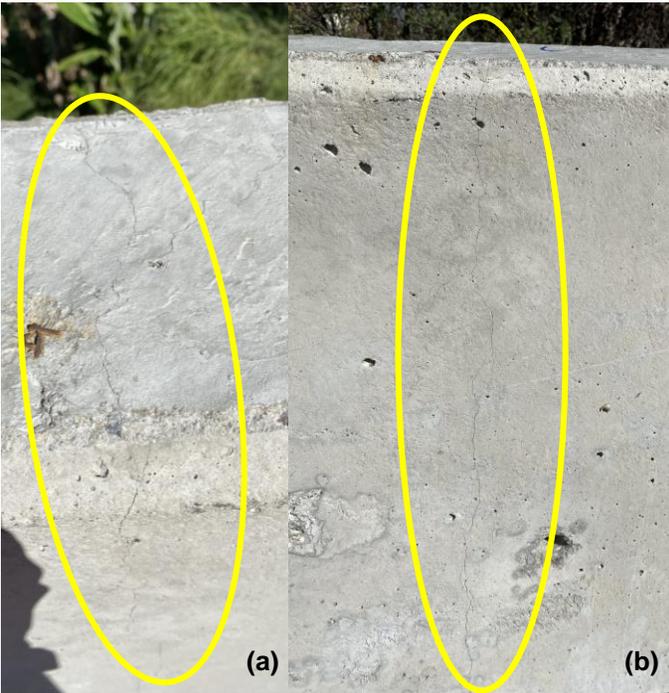


Figura 4 Baranda del puente en bastión 1: (a)viga de amarre (b)baranda frontal

La grieta inicia en la viga de amarre y se propaga por la baranda. Se presume que la propagación de la grieta se detiene en la parte inferior de la baranda pues no se refleja en el pavimento. Esta condición se observa en distintas estaciones cercanas al puente y parece no ser producto de deformaciones en el muro de relleno reforzado, pues no se observan grietas en los paneles de su cara. Se considera recomendable monitorear estas grietas para verificar que no se estén generando problemas futuros en el pavimento o en la viga superior del muro de relleno reforzado.

IV. Unidad funcional I: Intersección a tres niveles en Uruca

Se visita la excavación del paso a desnivel en la Unidad funcional I. Este paso está constituido por una pantalla de pilotes sobre la cual se colocará concreto lanzado para dar el acabado a la estructura. El recorrido se realiza iniciando al este, frente a Aceros Abonos Agro, haciendo el recorrido hacia el oeste.

En esta zona se observan los pilotes con un acabado adecuado, tal como se muestra en la **Figura 5**.



Figura 5 Pantalla de pilotes del paso a desnivel de la Uruca

Se puede observar que la pantalla está constituida por pilotes separados, por lo que la infiltración de agua por la presencia de algún nivel freático estacional, se considera importante contemplar el construir drenajes y recolectores efectivos, para evitar la presencia de agua en la capa de rodamiento.

En sitio, el personal del contratista, indica que se está construyendo una losa de concreto reforzado entre ambos lados de la pantalla. Se desconoce la finalidad del diseño de esta estructura, pero el personal del contratista indica que esta se encuentra en los planos, por lo que se ha procedido a construir. No se tienen comentarios específicos al respecto.

Conforme se camina el paso a desnivel, se observa más en detalle la conformación de los pilotes. En la pantalla de pilotes norte (lado derecho en sentido este – oeste), en algunos de estos se notan protuberancias en el cuerpo del elemento, tal como se señala en la **Figura 6**. En el sitio se indica que estos abultamientos se eliminarán mediante el corte del concreto, práctica común cuando esta situación se presenta en los pilotes preexcavados. Se considera recomendable dar seguimiento a este proceso, para verificar que, al eliminar el exceso de concreto, no quede el acero de refuerzo del pilote expuesto.



Figura 6 Pantalla de pilotes norte del paso a desnivel de la Uruca

En esta zona, los pilotes de la pantalla sur (lado izquierdo en sentido este – oeste), se observan en mejores, tal como se muestra en la **Figura 7**.



Figura 7 Pantalla de pilotes sur del paso a desnivel de la Uruca

Sin embargo, conforme se avanza a la zona central del paso a desnivel, se observa que la condición de los pilotes cambia y se notan más los abultamientos en la zona inferior de los elementos en las pantallas de ambos lados. Esta situación se muestra en la

Figura 8.



(c)

(d)

Figura 8 Pantallas de pilotes del paso a desnivel de la Uruca: (a) pantalla sur al este de la zona central (b) pantalla norte al este de la zona central (c) pantalla sur al oeste de la zona oeste (d) pantalla norte al oeste de la zona oeste

Como se indicó anteriormente, se considera recomendable dar seguimiento al proceso de eliminación del exceso de concreto, para verificar que durante su ejecución no llegue a quedar el acero de refuerzo del pilote expuesto.

Cabe destacar que, durante la visita, personal de la inspección de la obra indicó al equipo auditor que, por solicitud de la Administración, el proceso constructivo de los pilotes preexcavados de las pantallas de retención del paso a desnivel de la Unidad funcional V, incluiría el encamisado de la excavación para evitar colapsos del material en el fondo de la misma y así no generar abultamientos y excesos de concreto en los elementos. Lo anterior se considera adecuado pues, aunque el proceso constructivo puede enlentecerse, al final con evitar las protuberancias de concreto no se atrasaría el proceso de colocación del recubrimiento de concreto lanzado por eliminar este exceso de concreto en los elementos.

Es importante dar seguimiento a este cambio en el proceso constructivo de las pantallas de pilotes en la Unidad funcional V para verificar que la condición final de los elementos no presente el acabado de la Unidad funcional I.

V. Unidad funcional V: Intersección a Calle Blancos

Se visita la zona de la Unidad funcional V, la cual se observa con un significativo avance en las obras de movimiento de tierras, en la construcción de los cimientos de algunos de los bastiones que formar 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 circunvalación a la altura de Calle Blancos.

Lo que es posible observar inicialmente, es el corte del talud que se muestra en la **Figura 9**, donde se puede apreciar que la corona del talud de corte se encuentra al ras de la tapia de una edificación. En este talud, se colocan pernos y drenajes, semejando un muro de suelo cosido, pues los pernos están constituidos por varillas de refuerzo de concreto, acero característico en este tipo de obras de retención.





(a)

(b)

Figura 9 Talud de corte cercano a tapia de edificación: (a) configuración de retención (b) detalle de perno

Al respecto, es importante considerar que cuando se construyen taludes de corte cercanos a edificaciones, se deben tomar previsiones para no generar inestabilidades en las estructuras aledañas ni deformaciones en la parte superior del talud que puedan repercutir negativamente en las estructuras cercanas.

Por lo tanto, para esta configuración, se considera recomendable solicitar a la Administración las memorias de cálculo del diseño del talud de corte, del muro de retención construido y del análisis de deformaciones realizado para verificar que no se generarían afectaciones a las edificaciones que se encuentran en la zona superior del talud. Por su parte, PIG realizará un análisis preliminar de esta condición para verificar la seguridad de las estructuras.

Vale la pena mencionar que se conoce el documento “Informe de visita: 12 de octubre del 2021” en el cual el Ing. David Ulloa, consultor del proyecto, indica que se hace necesario solicitar al contratista realice la revisión de la estabilidad del talud, considerando una estructura de mampostería cercana que podría contar con un potencial de afectación alto, debido a la cercanía del corte a la misma. Esto reafirma lo indicado en el párrafo anterior.

Contiguo a este punto, hacia el este, se observa la continuidad del talud de corte, tal como se muestra en la **Figura 10**. En esta zona se observa que la corona del talud de corte igualmente se encuentra cercana a las edificaciones existentes, e incluso se observa un muro de gaviones de altura y longitud considerable. Esto último también se observa en la **Figura 11**.



Figura 10 Talud de corte zona del muro de gaviones



Figura 11 Muro de gaviones

Es importante contemplar que, al existir un muro de retención de gaviones de tal magnitud, hace suponer con una alta probabilidad de tener certeza de que el terreno se caracteriza por ser inestable al verse sometido a ciertas condiciones que le imprime la edificación a la que retiene. Adicionalmente a este muro de gaviones existe otro muro de retención de llantas, que no se muestra en fotografías, pero que reafirma la idea de que el terreno puede presentar problemas de estabilidad.

Debido a esta condición, se considera recomendable solicitar a la Administración la memoria de cálculo de los análisis realizados en la zona, que contemplen la influencia de los movimientos de tierra cercanos a las edificaciones y los muros de retención detectados en el sitio. Por su parte, PIG realizará un análisis preliminar de esta condición para verificar la seguridad de las estructuras.

Vale la pena mencionar, que se conoce el documento “Informe de visita: 28 de setiembre del 2021” en el cual el Ing. David Ulloa recomienda que, dada la presencia del muro de gaviones, así como el muro de llantas, se realice un análisis del estado en que se encuentran dichos muros previo al trabajo de movimiento de tierras, así como realizar un análisis del efecto que estos trabajos de cortes en el terreno podrían provocar sobre estos muros. Lo anterior refuerza lo indicado en el párrafo precedente, por lo que se necesario realizar esta solicitud.

Avanzando hacia el este, acercándose a la intersección con Calle Blancos, se observa el avance significativo en el movimiento de tierras y la construcción de las pantallas de pilotes norte y sur del viaducto. Esto se puede verificar en la **Figura 12**.



Figura 12 Avance en movimiento de tierras en viaducto

Existen pilotes colados en la pantalla norte del viaducto, como se observa en la **Figura 13**. Como se mencionó en el apartado IV, se conoce que la Administración solicitó para esta zona realizar la construcción de los pilotes encamisándolos para evitar la caída de material y el posterior abultamiento por el concreto. Se considera recomendable realizar una gira durante la excavación y colado de pilotes, esto con el fin de verificar la metodología constructiva sugerida y la consistencia del concreto utilizado.



Figura 13 Pilotes en pantalla norte del viaducto

En cuanto a la pantalla sur, se observa en sitio que esta se construye de manera cercada a las tapias de las casas de un barrio. Esto se observa en la **Figura 14**. Al igual que, como se ha mencionado en este apartado, cuando se construyen obras geotécnicas corte cercanas a edificaciones, se deben tomar previsiones para no generar inestabilidades en las estructuras aledañas ni deformaciones que puedan repercutir negativamente en estas estructuras cercanas.



Figura 14 Pantalla sur del viaducto cercano a caserío

Por lo tanto, se considera recomendable solicitar a la Administración las memorias de cálculo del diseño de la pantalla de pilotes, sobre todo en la zona sur y del análisis de deformaciones realizado para verificar que no se generarían afectaciones a las edificaciones que se encuentran en la zona superior del talud. Por su parte, PIG realizará un análisis preliminar de esta condición para verificar la seguridad de las estructuras.

VI. Comentarios finales

Recapitulando lo indicado en los apartados anteriores, se considera importante tener en cuenta lo siguiente:

1. Para la Unidad funcional III, continuar solicitando las aclaraciones del caso para determinar las acciones a realizar con respecto al muro del bastión 1 de la Unidad funcional III, el cual se encuentra deformado y se recomendó no aceptar. Además, por parte del Lanamme realizar un monitoreo de deformaciones en marzo o abril, y una vez que haya entrado en operación el proyecto para verificar si estas deformaciones podrían afectar negativamente al flujo vehicular.
2. En la Unidad funcional II, se considera recomendable dar seguimiento a la presencia de grietas que se extienden desde la viga de amarre del muro de relleno reforzado hasta la parte inferior de la cara frontal de la baranda pues, aunque no se observa que se propagan al pavimento, podría eventualmente suceder algún tipo de afectación.



3. Para la Unidad funcional I, se detectan pilotes con abultamientos importantes en la parte inferior de los elementos, a los cuales hay que verificar si al momento de eliminar este exceso no queda el acero de refuerzo descubierto.
4. En la Unidad funcional V, se considera recomendable solicitar a la Administración la memoria de cálculo de los análisis realizados en la zona, que contemplen la influencia de los movimientos de tierra cercanos a las edificaciones y los muros de retención que se están construyendo en el sitio para verificar si podría existir algún tipo de afectación. Por su parte, PIG realizará un análisis preliminar de esta condición para verificar la seguridad de las estructuras.

VII. Referencias

1. Programa de Ingeniería Geotécnica. "LM-PIG-06-2021: Informe de visita de campo: Proyecto Circunvalación Norte. LanammeUCR. San José. 2021.
2. Programa de Ingeniería Geotécnica. "LM-EIC-PIG-I-23-2021 Informe de verificación de deformaciones verticales en los muros de relleno reforzado del ingreso al viaducto sobre la ruta 101, Pila 1 – Circunvalación Norte. LanammeUCR". San José. 2021.
3. Programa de Ingeniería Geotécnica. "LM-EIC-PIG-I-24-2021 Informe de visita de campo: Proyecto Circunvalación Norte. LanammeUCR". San José. 2021
4. Programa de Ingeniería Geotécnica. "EIC-Lanamme-INF-0138-2021 Informe de verificación de deformaciones verticales en los muros de relleno reforzado del proyecto Corredor Vial Circunvalación Norte. Unidad funcional I y II. LanammeUCR". San José. 2021
5. Ulloa, D. "Informe de visita: 17 y 18 de agosto del 2021". San José, 2021.
6. Ulloa, D. "Informe de visita: 28 de setiembre del 2021" San José, 2021.
7. Ulloa, D. "Nota técnica del 18 de octubre del 2021". San José, 2021.
8. Ulloa, D. "Informe de visita: 12 de octubre del 2021". San José, 2021.