



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: LM-IG-15-2020

Informe de visita de campo: Proyecto Paso a desnivel Guadalupe

INFORME FINAL



Fuente: MOPT

Preparado por:
Ing. Laura Solano Matamoras
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Noviembre, 2020



| | | |
|--|------------------------------------|---|
| 1. Informe LM-IG-15-2020 | | 2. Copia No. 1 |
| 3. Título y subtítulo: Informe de visita de campo: Proyecto Paso a desnivel Guadalupe | | 4. Fecha del Informe 4 de noviembre de 2020 |
| 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 PITRA, se presenta a continuación un resumen de la visita de campo realizada para verificar el estado de los trabajos que se están realizando en el Proyecto Paso a desnivel Guadalupe.</i> <i>Entre los objetivos de esta gira, se encuentra verificar si el trabajo realizado se encuentra acorde con lo planteado en diseño y si los procesos constructivos son adecuados.</i> | | |
| 8. Palabras clave Concreto, muro de pilotes, concreto, pilotes pre-excavados. | 9. Nivel de seguridad: - | 10. Núm. de páginas 12 |
| 11. Preparado y aprobado por: <p style="text-align: center;">Ing. Laura Solano Matamoras Programa de Ingeniería Geotécnica</p> | | |
| 12. Revisado y aprobado por: <p style="text-align: center;">Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc Coordinadora General del Programa de Ingeniería Geotécnica</p> | | |



CONTENIDO

| | | |
|------|---|----|
| I. | Introducción | 4 |
| II. | Comentarios acerca del muro de pilotes del puente sobre el río Torres | 4 |
| III. | Comentarios acerca de la losa de concreto que conforma la superficie de rodamiento de la rotonda de Guadalupe..... | 7 |
| IV. | Comentarios acerca del muro de retención de pilotes preexcavados en el paso a desnivel de intersección Guadalupe..... | 8 |
| V. | Comentarios finales..... | 12 |
| VI. | Referencias | 12 |



INFORME DE VISITA DE CAMPO: PROYECTO PASO A DESNIVEL EN GUADALUPE

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra un resumen de la visita de campo realizada al proyecto del Paso a desnivel en Guadalupe. Se comentan algunos aspectos observados en la construcción de los pilotes preexcavados que conforman la cimentación del puente sobre el río Torres, así como algunas condiciones del colado de la losa de concreto que conforma parte de la rotonda de Guadalupe.

Con base en el comportamiento de los materiales del sitio se indican algunas recomendaciones que podrían ser consideradas por el diseñador como parte de la revisión de las condiciones finales de las obras.

II. Comentarios acerca del muro de pilotes del puente sobre el río Torres

Para la construcción de los pilotes que conforman la cimentación del puente, se observa que se están colocando pilotes preexcavados. No se dispone de la información del diseño de este muro de pilotes para el puente, ya que en el diseño se tenía previsto una losa de cimentación de 1,0 m de espesor, sin embargo, el diseño fue modificado. Al conversar con uno de los trabajadores se indica que el muro es de pilotes secantes, al igual que los del resto de las obras. Sin embargo, como se observa en la Figura 1, no se identifican los pilotes secantes, además no se hace uso del muro guía, el cuál en el informe LM-PIG-06-2020 correspondiente a la visita realizada en Junio 2020, se resaltó como una buena práctica constructiva.



Figura 1. Pilotes del muro del puente sobre el río Torres

Durante la visita se identificaron aspectos relevantes en cuanto a la construcción del muro de pilotes. Uno de ellos, se relaciona con la colocación del acero de refuerzo del pilote N°27, el cual como se observa en la figura 2 no es posible identificar el uso de los espaciadores.



Figura 2. Armadura pilote N°27

Ante tal situación, se considera conveniente tomar las medidas necesarias para garantizar el uso de espaciadores en el acero de refuerzo de los pilotes que faltan por construir, ya que estos son los que aseguran el adecuado recubrimiento de la armadura de cualquier elemento de concreto reforzado.

El segundo aspecto observado es en cuanto a la preparación de la perforación para el colado del concreto. En informes anteriores se ha resaltado como apropiada la recomendación dada por la empresa Castro y de la Torre, quienes aconsejan tomar previsiones para realizar la evacuación de las aguas que se acumulan dentro de la excavación, producto de la presencia del nivel freático o incluso producto de las precipitaciones y con ello evitar la caída de bloques de las paredes. Además, uno de los trabajadores comentó sobre problemas de sobreexcavación en las paredes de la perforación. La caída de material de las paredes de la perforación se da por factores relacionados directamente con el tipo de material, procedimiento de excavación o producto de un exceso de agua en la perforación.

Debido a la inestabilidad de las paredes de las perforaciones se considera apropiado hacer una revisión del estudio de suelos del sitio, ya que, dependiendo de la conformación de la estratigrafía del terreno, se podrían establecer las recomendaciones de metodologías de perforación apropiadas para los diferentes tipos de perfiles de suelos, por parte del ingeniero geotecnista del proyecto. Aunado a esto, uno de los trabajadores expresó que han sufrido retrasos en la construcción de los pilotes preexcavados de esta sección, producto de la presencia de grandes fragmentos de roca inmersos en una matriz de suelo, que dificulta considerablemente continuar con la perforación. El problema de inestabilidad de las paredes de la perforación, también puede estar asociado al exceso de agua en la perforación. Por lo que se considera recomendable mantener el nivel de agua en la perforación por debajo de los estratos que presentan inestabilidad al estar saturados.



No se observó en sitio que se implemente ninguna medida preventiva para extraer el agua de las perforaciones, y esta puede afectar al momento del colado, modificando las características del concreto. Durante la visita se observó el proceso de colado del pilote N°27, no se extrajo el agua acumulada dentro de la perforación, por lo que se debieron tomar consideraciones en el procedimiento de colado bajo el agua.

El proceso de colado bajo el agua consiste en colocar inicialmente una porción de concreto que forme un sello de concreto para que, con la colocación del restante de concreto, no se alteren las propiedades del mismo. Además, al finalizar se considera apropiado continuar el colado hasta que en la superficie se observe emerger el concreto sin contaminación, garantizando así que todo el pilote fue colado con el concreto tal cual se diseñó para el elemento.

Esta condición no logró verificarse en el colado del pilote N°27, pues como se observa en la Figura 3, la tubería Tremie fue extraída cuando aún no emergía ni siquiera el concreto perturbado que conforma el sello.



Figura 3. Finalización del colado de concreto del pilote

Se considera recomendable revisar los resultados del ensayo de integridad del pilote N°27, y en general de los pilotes que conforma el muro del puente sobre el río Torres, ya que, basado en lo observado en sitio al momento de la visita, no se puede garantizar que el procedimiento constructivo de los pilotes haya sido el adecuado, y por lo tanto, se considera importante verificar la integridad de los elementos.



Finalmente, se recomienda prever la protección de las obras adyacentes o cercanas, que se puedan ver afectadas por la ejecución de los diferentes procesos constructivos. Tal es el caso que se observa en la Figura 4, la cual muestra como al colar el pilote N°27 el agua acumulada dentro de la excavación emergió y, al no existir una guía para el flujo del agua y conducirlo hacia donde se desea que drene, este fluyó hacia la excavación en proceso de uno de los pilotes cercanos. Esta situación puede afectar considerablemente la estabilidad de las paredes de la perforación.



Figura 4. Flujo de agua acumulada en la perforación

III. Comentarios acerca de la losa de concreto que conforma la superficie de rodamiento de la rotonda de Guadalupe

La losa de concreto que conforma la superficie de rodamiento de la rotonda de la intersección Guadalupe, presenta deterioro del concreto y agrietamiento transversal producto de la retracción plástica del concreto luego del colado, como se observa en la Figura 5.



Figura 5. Grietas en la losa de concreto de la rotonda Guadalupe

Durante la visita se lograron percibir las condiciones climáticas a las que está expuesta la estructura, y al conversar con el personal en la obra, se indica que la losa fue colada monóticamente y que el colado inició a las 5:00 am y finalizó a las 11:00 am, además, se indicó el uso de agentes químicos para acelerar la fragua del concreto. Sin embargo, se recomienda durante el proceso de curado de los elementos de concreto de gran tamaño que faltan por colar, utilizar una protección adecuada para evitar la pérdida de humedad del concreto, y así garantizar un adecuado proceso de curado. Además, se considera de gran importancia prever la influencia del clima al momento de realizar el colado de las estructuras de concreto y con ello garantizar las condiciones óptimas para el correcto fraguado del concreto. Se considera apropiado programar el colado de las estructuras que restantes, en un horario tal que la radiación directa de los rayos del sol no afecta directamente el comportamiento del concreto durante su proceso de endurecimiento.

A pesar de que se presenta el agrietamiento en ciertas zonas de la losa, no se considera que las grietas observadas comprometan estructuralmente la losa o que afecten considerablemente su resistencia, sin embargo, se recomienda rellenarlas para evitar la filtración del agua al interior de la losa, y que esto pueda desencadenar un problema de corrosión en el acero de refuerzo, que finalmente genere una reducción de la resistencia, además, estas grietas se pueden ver reflejadas en el pavimento que se colocará como superficie de rodamiento, ocasionando un envejecimiento prematuro del pavimento. El rellenado de las fisuras se debe programar lo más pronto posible, ya que en este momento Costa Rica se encuentra en la época lluviosa y se debe evitar la filtración del agua al interior de la estructura.

IV. Comentarios acerca del muro de retención de pilotes preexcavados en el paso a desnivel de intersección Guadalupe

En general se observa un buen acabado de los pilotes que conforman el muro de retención del paso a desnivel de la intersección Guadalupe. Como se observa en la Figura 6, los pilotes se encuentran bien alineados tanto horizontal como verticalmente. Además, se puede observar que en su mayoría mantienen la geometría cilíndrica uniforme en toda su longitud.



Figura 6. Muro de retención de pilotes preexcavados

Únicamente se observó un pilote con un vacío en su estructura, esta condición se muestra en la Figura 7. Debido a que el pilote corresponde a un pilote secante, la afectación de este defecto constructivo no se considera comprometedor para la integridad estructural de los elementos. Sin embargo, se recomienda reparar esa sección del pilote para evitar la filtración de agua.



Figura 7. Defecto constructivo en pilote secante.



Finalmente, como se observa en la Figura 8, se identificó la presencia de flujo de agua en la junta entre la pantalla de pilotes y el muro de concreto reforzado que conforma el paso a desnivel.



Figura 8. Filtración de agua en la junta de la pantalla de pilotes y el muro de concreto reforzado

Esta condición se observó para el sector norte frente a Walmart, y coincide con el flujo de agua de un tubo que se encuentra en el sitio donde se está colocando la armadura del muro que se une con la rotonda frente al Walmart (ver Figura 9).

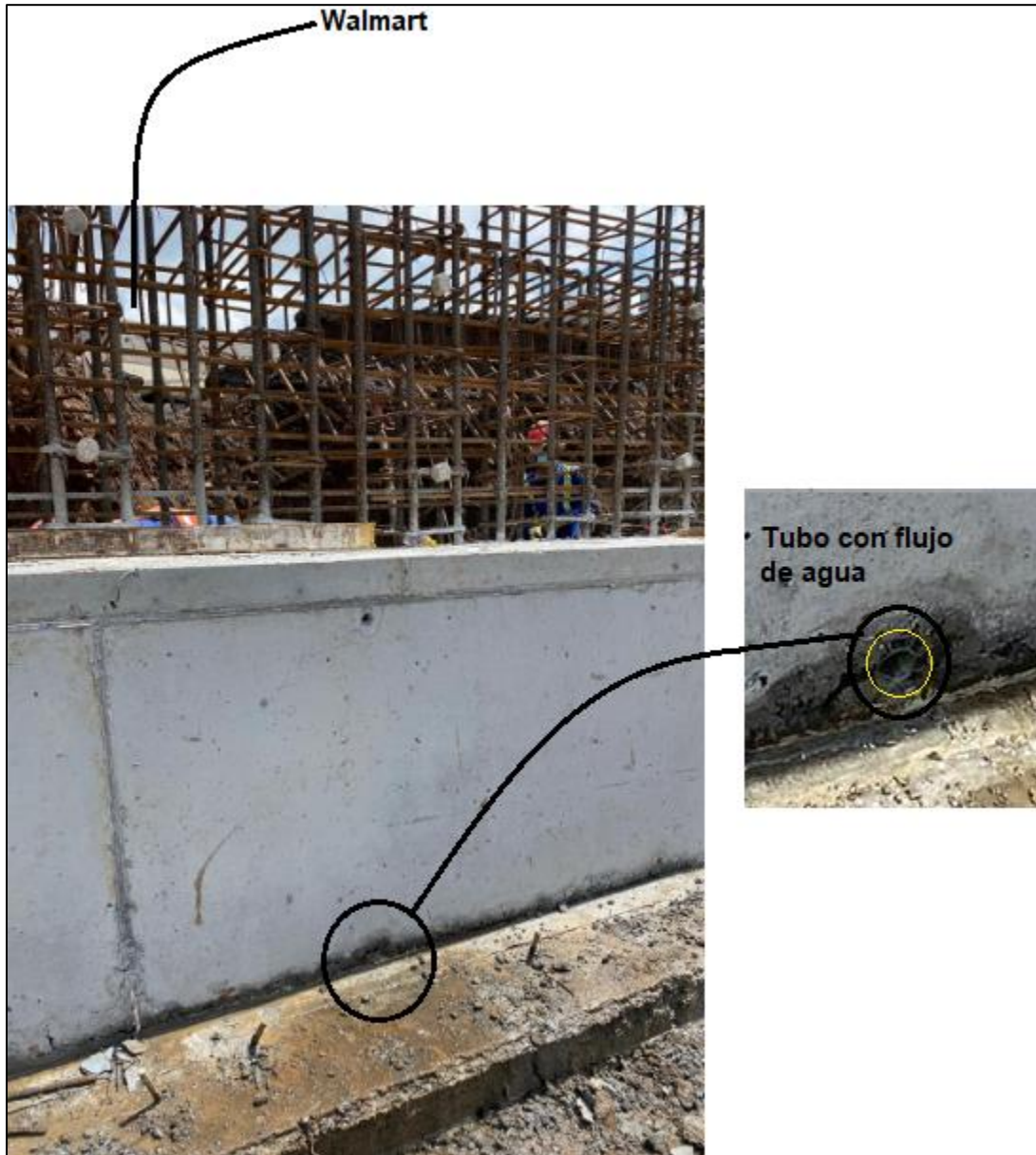


Figura 9. Flujo de agua de tubo en muro de concreto reforzado

Ante esta situación se considera conveniente tomar las medidas de previsión del caso para evitar que el flujo de agua pueda filtrarse en las estructuras y genere corrosión del acero de refuerzo. No está demás recalcar que puede tratarse de la fuga de agua potable y se debe evitar la pérdida descontrolada de la misma.



V. Comentarios finales

Después de realizar la gira al proyecto del paso a desnivel en la intersección de Guadalupe, se pudo concluir que el trabajo se está realizando de manera adecuada. Sin embargo, hay aspectos que se deben revisar y solicitar el diseño final, específicamente no se conocen los detalles del muro de pilotes que conforma la estructura del puente sobre el río Torres. Por lo que se considera necesario solicitar estos diseños para poder realizar la revisión y verificar que en sitio se esté realizando de manera adecuada.

Adicionalmente, se recomienda que el agrietamiento de las estructuras de concreto suceda de manera controlada, para reducir el agrietamiento excesivo, que resulta perjudicial tanto para el acero de refuerzo de la losa, como para el pavimento, el cual puede sufrir envejecimiento prematuro producto de grietas reflejo de la losa de concreto. Además, implementar medidas que eviten la pérdida de humedad del concreto durante el proceso de fragua, un apropiado curado del concreto reduce considerablemente el agrietamiento por contracción. Por lo tanto, se aconseja mantener buenas prácticas constructivas para asegurar la protección y el curado adecuado del concreto, entre las cuales se resalta realizar coladas en horarios que el clima contribuya a que concreto no desarrolle altas temperaturas durante su fragua y se mantenga húmedo, lo que contribuye a controlar el agrietamiento de las estructuras de concreto.

Finalmente, debido a que no se utiliza ninguna técnica para la extracción del agua en la perforación de los pilotes preexcavados previo al colado, se recomienda verificar el cumplimiento de las especificaciones de la colocación del concreto bajo el agua, ya que se debe evitar que el concreto se perturbe y se vea afectada su resistencia y composición, lo cual garantiza que el pilote sea de calidad. Si los resultados de los ensayos de integridad muestran irregularidades, sobre todo si se trata de la punta, es posible que se deba a la técnica de colocado de concreto.

VI. Referencias

1. Geotécnica-LanammeUCR, Programa de Ingeniería. (2020). *"LM-PIG-06-2020 Informe de visita de campo Proyecto Paso a Desnivel Guadalupe"*. San José.
2. Programa de Ingeniería Geotécnica-LanammeUCR. (2019). *"LM-PIG-06-19 Revisión de los estudios de suelo del proyecto de la Rotonda de la Bandera y de la intersección de Guadalupe-Ruta Nacional N°39"*. San José.