



Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-0792-2022

Informe de revisión de la nota de respuesta DM-2022-2415
Proyecto Limonal - Cañas

INFORME FINAL



Preparado por:

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

San José, Costa Rica
Junio, 2022





Contenido

I.	Introducción	4
II.	Documento CR1-DI-0699-2022.....	5
III.	Documento CIN/3142/3102/DT y sus anexos	6
III.1	Documento CIN/3142/3102/DT	6
III.2	Anexo 1: “Verificación de seguridad frente a estabilidad externa e interna en condiciones de paramento desplomado (con factores CDR)”	8
III.3	Anexo 2: Estudios geotécnicos	8
III.3.1	Informe GEOP-ES-2403119 v.02 “Estudio geotécnico – geológico”	8
III.3.2	Informe #1624A-20 “Análisis de asentamientos y estabilidad global – Intercambio San Miguel”	8
III.3.3	Informe #299-21 “Análisis de asentamientos – Intercambio San Miguel”.....	9
III.4	Anexo 3: Medición de asentamientos	9
III.5	Anexo 4: “Planos de subdrenaje Intercambio San Miguel”	9
III.6	Anexo 5: “RN1-CL-GSA-001: Plan de Revegetación y control de erosión en taludes”	9
III.7	Anexo 6: “Tabla seguimiento de pilotes”	9
IV.	Comentarios finales.....	10
V.	Referencias	10



Informe de revisión de la nota de respuesta DM-2022-2415 Proyecto Limonal - Cañas

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR a continuación, se presenta la revisión de la información suministrada por parte de la Administración del Proyecto Limonal – Cañas en su oficio DM-2022-2415, en respuesta a las observaciones realizadas por el Programa de Ingeniería Geotécnica en los informes EIC-Lanamme-INF-0326-2021, EIC-Lanamme-INF-0096-2022, EIC-Lanamme-0120-2022, EIC-Lanamme-INF-0136-2022 y EIC-Lanamme-INF-0441-2022.

Para emitir el criterio solicitado, se revisan los siguientes documentos suministrados:

1. CR1-DI-0699-2022: “Complemento al oficio 2022-05-03 CR1-DI-0582-2021, Traslado de oficio DM-2022-1572 en atención al oficio EIC-Lanamme-292-2022”
2. CIN/3142/3102/DT: “Respuesta a CR1-DI-0525-2022: Traslado de oficio DM-2022-1572 en atención al oficio EIC-Lanamme-292-2022”
3. Anejo 1: “Verificación de seguridad frente a estabilidad externa e interna en condiciones de paramento desplomado (con factores CDR)”
4. Anejo 2: Estudios geotécnicos:
 - a. Informe GEOP-ES-2403119 v.02: “Estudio geotécnico – geológico “Diseño y construcción intercambio elevado / San Miguel – Cañas”. Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N° 1. Carretera Interamericana Norte, Sección Limonal – Cañas”
 - b. Informe #1624A-20 “Análisis de asentamientos y estabilidad global – Intercambio San Miguel”
 - c. Informe #299-21 “Análisis de asentamientos – Intercambio San Miguel”
5. Anejo 3: Medición de asentamientos:
 - a. Tabla de asentamientos B2 MD
 - b. Gráfico de asentamientos B2 MD
 - c. Tabla de asentamientos B2 MI
 - d. Gráfico de asentamientos B2 MI
6. Anejo 4: “Planos de subdrenaje Intercambio San Miguel”
7. Anejo 5: RN1-CL-GSA-001: “Plan de Revegetación y control de erosión en taludes”
8. Anejo 6: “Tabla seguimiento de pilotes”

Informe EIC-Lanamme-INF-0792-2022	junio de 2022	Página 4 de 11
-----------------------------------	---------------	----------------



II. Documento CR1-DI-0699-2022

Al revisar el documento CR1-DI-0699-2022, que trata del oficio que envían como complemento al oficio 2022-05-03 CR1-DI-0582-2021, se observa que la Unidad Supervisora revisa el oficio enviado por el contratista en respuesta a la atención al oficio EIC-Lanamme-292-2022, y realiza una serie de comentarios al respecto.

En relación con a las anotaciones elaboradas por la Unidad Supervisora, se indica lo siguiente:

1. Juntas y otras mejoras estéticas: se considera adecuado el tratamiento brindado.
2. Verticalidad de los muros: en las observaciones que se han realizado respecto a la verticalidad del muro del intercambio San Miguel en los informes EIC-Lanamme-INF-0326-2021, EIC-Lanamme-INF-0096-2022 y EIC-Lanamme-INF-0136-2022, no se ha indicado que la condición de incumplimiento implica inestabilidad del muro. Se ha comentado que el no cumplimiento de dichas tolerancias hacia delante de la cara de la fachada podría generar una situación desfavorable. Asimismo, se ha indicado que no se cumple con las tolerancias indicadas en el CR-2010 que es la base de las especificaciones para este proyecto. Al respecto de la desviación de la tolerancia del muro, se observa que se ha realizado un análisis del contratista considerando el desvío de 1.5% y se ha aceptado.

Se considera adecuado el tratamiento brindado, pues es conocido que cuando no se está cumpliendo con alguna especificación es posible aportar análisis que demuestren que la estructura puede resistir. Sin embargo, debe quedar claro que la Unidad Ejecutora y por ende la Administración están aceptando el muro con dicha desviación basándose en el análisis del muro presentado por el contratista y que aún persisten el no cumplimiento con las especificaciones del proyecto.

3. Asentamientos: se considera adecuado el tratamiento brindado y se estará a la espera de recibir la información complementaria indicada.
4. Compactación del material de relleno: En el documento “Anexo I – 669 142 Visita a la obra Ruta Nacional 1, Limonal- Cañas” fuente de revisión mostrada en el informe EIC-Lanamme-INF-0096-2022, si se indica que hay un desvío en la densidad del material en una capa del muro de relleno reforzado, en la página 18/122, el cual se muestra en la Figura 1, por lo que lo indicado en el documento CR1-DI-0699-2022 no se sustenta.

La muestra 21-11792, presenta un desvío importante por encima del valor de la densidad.

El ligero incremento del valor del rozamiento no compensa el incremento de la densidad, con lo cual, este suelo usado aisladamente no es adecuado para uso en los rellenos reforzados de los muros de este proyecto. Como hemos podido verificar en el control de compactación hecho en obra, este suelo pesado fue usado en una sola capa de 0.30m en le PK 158+943. Esta zona del muro tiene una altura de 7.00m, o sea, el suelo fue dispuesto

Figura 1 Extracto del texto del documento Anexo I – 669 142

A pesar de ello, lo que se observa es que el valor es mayor a los que se venían reportando para este material, por lo que no se considera desfavorable para la conformación del muro. Lo que continúa siendo válido es lo indicado en el informe EIC-Lanamme-INF-0096-2022, pues se considera recomendable prestar atención al proceso constructivo de los rellenos para precisamente detectar anomalías y analizar su influencia en la estructura.

5. Alcantarilla p.k. 158+800: se considera adecuado el tratamiento brindado.

Informe EIC-Lanamme-INF-0792-2022	junio de 2022	Página 5 de 11
-----------------------------------	---------------	----------------



- 6. Revestimiento de los taludes: se considera adecuado el tratamiento brindado. Sin embargo, la preocupación persiste pues no se cuenta con una fecha determinada para la ejecución de este plan y entre tanto, los taludes continúan erosionándose por la presencia del viento y agua de escorrentía superficial.
- 7. Informe de verticalidad con sistema Lidar: no se tienen comentarios.

III. Documento CIN/3142/3102/DT y sus anexos

Se realiza una revisión integral de los puntos tratados en el documento CIN/3142/3102/DT y los 6 anexos incluidos. El resultado de dicha revisión se comenta en los siguientes apartados.

III.1 Documento CIN/3142/3102/DT

Al revisar el documento CIN/3142/3102/DT, se observa que se trata del oficio que el Contratista (Consortio Ruta 1) envía en atención al oficio EIC-Lanamme-292-2022, indicando una serie de acciones que se han considerado para subsanar las observaciones enviadas o bien la justificación correspondiente, si aplica.

En relación con a las anotaciones elaboradas por el Consortio Ruta 1 se indica lo siguiente:

- 1. Juntas y otras mejoras estéticas: se considera adecuado el tratamiento brindado. Sin embargo, se considera importante insistir en el monitoreo de las deformaciones en el muro, debido al desvío en las tolerancias de las juntas.
- 2. Verticalidad de los muros: se verifica que se realiza el análisis de estabilidad del muro en el documento del anexo 1 que se comentará en el siguiente apartado. Sin embargo, los comentarios del desvío de la tolerancia realizados en los informes EIC-Lanamme-INF-0326-2021, EIC-Lanamme-INF-0096-2022 y EIC-Lanamme-INF-0136-2022, no se han indicado por existir una inestabilidad en el muro, sino porque no cumplen con las tolerancias de la especificación del proyecto, que es distinta a la indicada por el diseñador.

Cabe recordar que según se indicó en el informe EIC-Lanamme-INF-0096-2022, la determinación del desplome que está siendo utilizada por el diseñador para hacer su diseño y revisiones posteriores, se trata de una metodología para cálculos aproximados, esto se observa en el siguiente extracto del texto del documento FHWA NHI-10-024:

reinforcement-to-panel connection details, and details of the facing system. A rough estimate of probable lateral displacements of simple structures that may occur during construction can

Figura 2 Extracto del documento FHWA NHI-10-024

Adicionalmente, en la nota de la figura 2-15, se indica que esta figura es solo una guía para determinar tales desplazamientos, y se deben incluir aspectos adicionales. Lo anterior se observa en la siguiente figura:

NOTE: This figure is only a guide. Actual displacement will depend, in addition to the parameters addressed in the figure, on soil characteristics, compaction effort, and contractor

Figura 3 Extracto del documento FHWA NHI-10-024

Informe EIC-Lanamme-INF-0792-2022	junio de 2022	Página 6 de 11
-----------------------------------	---------------	----------------



A pesar de lo anterior, se considera adecuado el tratamiento brindado, pues es conocido que cuando no se está cumpliendo con alguna especificación es posible aportar análisis que demuestren que la estructura puede resistir, y tanto la Unidad Ejecutora como la Administración están aceptando el muro con dicha desviación basándose en el análisis del muro presentado por el contratista. Sin embargo, se considera adecuado mencionar que aún persisten el no cumplimiento con las especificaciones del proyecto.

Con respecto a los factores de seguridad utilizados por el diseñador, se tiene claro que la metodología de diseño empleada es la indicada por el documento "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications" y que se utilizan para los análisis estados límite y de servicio basados en combinaciones de carga mayoradas y resistencias reducidas de materiales. También se tiene claro que esta metodología establece que los factores de reducción CDR deben ser mayores que uno. Sin embargo, por lo observado en la memoria de cálculo los factores de reducción utilizados son los indicados por el AASHTO LRFD y el Código de Cimentaciones de Costa Rica, establece que estos factores deberían ser de 0.9 para deslizamiento y 0.7 para vuelco. Ahora bien, se desconoce contractualmente lo que se indica como directriz acerca del uso de los parámetros estipulados en la normativa nacional en contraste con las metodologías de diseño empleadas, por lo que si no hay indicaciones de ningún tipo se podrían aceptar los argumentos presentados por el contratista.

3. Asentamientos: se considera adecuado el tratamiento brindado, sin embargo, se considera pertinente conocer el informe que entregará el ingeniero geotecnista consultor una vez realizados los análisis indicados.
4. Compactación del material de relleno: se considera adecuado el tratamiento brindado, sin embargo, es importante destacar la conveniencia de inspeccionar adecuadamente los procesos constructivos de los rellenos con el fin de que se pueda realizar un análisis adecuado de la influencia de algún parámetro, cuando este muestre desviaciones importantes respecto a la especificación.
5. Alcantarilla p.k. 158+800: se considera adecuado el tratamiento brindado, y se considera adecuado solicitar el informe del análisis que está realizando el ingeniero geotecnista para observar el comportamiento del material del sitio en la época lluviosa y la posible afectación sobre la alcantarilla y por consiguiente el muro.
6. Revestimiento de los taludes: se considera adecuado el tratamiento brindado. Sin embargo, la preocupación persiste pues no se cuenta con una fecha determinada para la ejecución de este plan y entre tanto, los taludes continúan erosionándose por la presencia del viento y agua de escorrentía superficial.
7. Informe de verticalidad con sistema Lidar: no se tienen comentarios al respecto, a excepción de que lo que se confirma con el análisis de verticalidad realizado por el LanammeUCR en el informe EIC-Lanamme-INF-0441-2022 es que existen secciones del muro que no cumplen con las tolerancias de verticalidad especificadas en el CR-2010.
8. Conclusiones: no se tienen comentarios al respecto, y se queda a la espera del conocimiento del informe que está realizando el Ingeniero Geotecnista con las valoraciones de la situación del muro de San Miguel.



III.2 Anexo 1: “Verificación de seguridad frente a estabilidad externa e interna en condiciones de paramento desplomado (con factores CDR)”

Se revisa el documento “Anexo 1: Verificación de seguridad frente a estabilidad externa e interna en condiciones de paramento desplomado (con factores CDR)” elaborado por la empresa VSL Construction Systems, S.A. que es el diseñador del muro de relleno reforzado. Se observa que se hace la revisión de todos los tipos de muros contemplados en el diseño que difieren en altura.

Se observa que el análisis es realizado contemplando 1.5° de desplome del muro en cada tipo de muro estudiado. Sin embargo, a este respecto se insiste en que el Código de Cimentaciones de Costa Rica cuenta con valores de factores de reducción a utilizar para los análisis de deslizamiento y volcamiento distintos a los establecidos en la metodología AASHTO LRFD, por lo que se considera importante esclarecer, incluso a nivel contractual, qué acciones tomar cuando una normativa de diseño indica que se deben utilizar ciertos factores de reducción, en contraste con la normativa costarricense vigente.

III.3 Anexo 2: Estudios geotécnicos

Con respecto a la revisión de los estudios geotécnicos que respaldan los análisis realizados por el contratista, a continuación, se muestran los siguientes comentarios.

III.3.1 Informe GEOP-ES-2403119 v.02 “Estudio geotécnico – geológico”

Al revisar la información de los estudios geotécnicos, se logra establecer que este informe de la empresa Geopasa se utiliza como base para los otros informes anexos acerca del análisis de las deformaciones del muro de San Miguel. Se observa que la información de la exploración geotécnica para establecer el modelo para los análisis adicionales realizados por la empresa INSUMA.

Al respecto de los resultados de la exploración geotécnica y la estratigrafía del sitio establecido en este informe, no se tienen comentarios adicionales.

III.3.2 Informe #1624A-20 “Análisis de asentamientos y estabilidad global – Intercambio San Miguel”

Al revisar el informe #1624A-20 presentado por la empresa INSUMA, se observa que los resultados obtenidos para el análisis de asentamientos, muestra valores superiores a los límites establecidos en el Código de Cimentaciones de Costa Rica. A pesar de ello, INSUMA indica que pareciera que estos resultados el ensayo SPT subestiman el comportamiento de los materiales encontrados en la zona, por lo que recomiendan realizar análisis adicionales, utilizando ensayos CPTu.

A este respecto, se considera oportuno realizar ensayos adicionales, sin embargo, es importante recalcar que el informe de la empresa INSUMA es del año 2020 y que las deformaciones reportadas en el informe EIC-Lanamme-INF-0136-2022 se observaron en el año 2022. Por lo que se considera oportuno lo indicado en el documento CIN/3142/3102/DT, que expresa el contratista se encuentra a la espera del informe del Ingeniero Geotecnista que está realizando los análisis pertinentes de estos asentamientos experimentados.

Con respecto a los análisis de estabilidad global del muro, no se tienen comentarios adicionales.

Informe EIC-Lanamme-INF-0792-2022	junio de 2022	Página 8 de 11
-----------------------------------	---------------	----------------



III.3.3 Informe #299-21 “Análisis de asentamientos – Intercambio San Miguel”

Se revisa el informe #299-21 de la empresa INSUMA, el cual muestra los resultados del análisis de asentamientos realizado obteniendo los parámetros de compresibilidad del sitio con los ensayos de CPTu. Los resultados de los asentamientos son menores que los obtenidos en el informe anterior.

Al respecto de estos resultados mostrados en este informe no se tienen comentarios adicionales, a excepción que las deformaciones reportadas en el informe EIC-Lanamme-INF-0136-2022, que se observaron en el año 2022, muestran que han generado daño a una zona del muro, donde se encuentra la alcantarilla.

A este respecto, se considera adecuado lo indicado en el documento CIN/3142/3102/DT, que expresa el contratista se encuentra a la espera del informe del Ingeniero Geotecnista que está realizando los análisis pertinentes de estos asentamientos experimentados para dicha zona en particular.

III.4 Anexo 3: Medición de asentamientos

Al revisar los documentos aportados para la revisión de asentamientos realizada por el Consorcio Ruta Uno: Tabla de asentamientos B2 MD, Gráfico de asentamientos B2 MD, Tabla de asentamientos B2 MI y Gráfico de asentamientos B2 MI, se observa el comportamiento de los asentamientos, pero al no realizarse mayores análisis al respecto, no se tienen comentarios adicionales.

III.5 Anexo 4: “Planos de subdrenaje Intercambio San Miguel”

Al revisar los planos aportados de la empresa Azvi, no se tienen comentarios adicionales.

III.6 Anexo 5: “RN1-CL-GSA-001: Plan de Revegetación y control de erosión en taludes”

Al revisar el documento “RN1-CL-GSA-001: Plan de Revegetación y control de erosión en taludes”, elaborado por la empresa Azvi, se observa que se considera adecuado y no se tienen comentarios al respecto de su contenido.

Sin embargo, se considera recomendable recalcar que la aplicación de este plan de revegetación y sistema de manejo de aguas de escorrentía superficial debe realizarse de manera oportuna, de lo contrario el problema de erosión y formación de cárcavas persistirá, generando vulnerabilidad en los taludes a lo largo del proyecto. Si no es posible ponerlo en marcha de manera oportuna, entonces se considera recomendable que el contratista implemente medidas temporales de manejo de escorrentía superficial y erosión, hasta el momento en que se coloque la solución definitiva.

III.7 Anexo 6: “Tabla seguimiento de pilotes”

Al revisar la información aportada por el Consorcio Ruta Uno acerca del seguimiento realizado a los pilotes cuyos resultados no fueron satisfactorios con los criterios de aceptación de los ensayos de integridad, no se puede realizar comentarios específicos en contraste con las observaciones realizadas en el informe EIC-Lanamme-0120-2022, pues la identificación es distinta a lo reportado en los informes de resultado analizados y porque el respaldo de los análisis se encuentran asociados a oficios con los que no se cuenta actualmente.

Informe EIC-Lanamme-INF-0792-2022	junio de 2022	Página 9 de 11
-----------------------------------	---------------	----------------



Lo que si se puede determinar es que en esta tabla se cuenta con la información de los pilotes que por alguna razón no fueron aceptados en su momento por la Unidad Ejecutora, y por lo tanto por la Administración, y que se lograron subsanar dada la aceptación indicada por parte de la Supervisora.

IV. Comentarios finales

Una vez finalizada la revisión de la información suministrada por parte de la Unidad de Auditoría Técnica, se puede indicar a grandes rasgos que se considera adecuado el tratamiento realizado, sin aceptar que con la información aportada indica cumplimiento a ciertos aspectos observados.

Cabe destacar que algunos de las observaciones realizadas en informes pasados del PIG persiste, pero que al existir informes y documentos de por medio que la Unidad Supervisora, y por lo tanto la Administración, consideran aceptables para subsanarlas, no es posible indicar su incumplimiento al haberse realizado el debido proceso.

Por último, se está a la espera de los resultados de los análisis geotécnicos adicionales indicados por el Consorcio Ruta Uno para verificar la conclusión de dichos estudios por parte del Ingeniero Geotecnista consultado.

V. Referencias

1. Consorcio RUTA 1. “*Tabla seguimiento de pilotes*”, julio 2020.
2. Consorcio RUTA 1. “*RN1-CL-GSA-001: Plan de Revegetación y control de erosión en taludes*”, agosto 2021.
3. Consorcio RUTA 1. “*Tabla de asentamientos B2 MD*”, octubre 2021.
4. Consorcio RUTA 1. “*Gráfico de asentamientos B2 MD*”, octubre 2021.
5. Consorcio RUTA 1. “*Tabla de asentamientos B2 MI*”, octubre 2021.
6. Consorcio RUTA 1. “*Gráfico de asentamientos B2 MI*”, octubre 2021.
7. Consorcio RUTA 1. “*Planos de subdrenaje Intercambio San Miguel*”, marzo 2022.
8. Consorcio RUTA 1. “*CIN/3142/3102/DT: Respuesta a CR1-DI-0525-2022: Traslado de oficio DM-2022-1572 en atención al oficio EIC-Lanamme-292-2022*”, mayo 2022.
9. Federal Highway Administration. “*FHWA NHI-10-024: Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I*”, noviembre, 2009.
10. GEOPASA “*Informe GEOP-ES-2403119 v.02: Estudio geotécnico – geológico “Diseño y construcción intercambio elevado / San Miguel – Cañas”. Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N°1. Carretera Interamericana Norte, Sección Limonal – Cañas*”, setiembre 2019.

Informe EIC-Lanamme-INF-0792-2022	junio de 2022	Página 10 de 11
-----------------------------------	---------------	-----------------



11. INSUMA. *"Informe #1624A-20: Análisis de asentamientos y estabilidad global – Intercambio San Miguel"*, julio 2020.
12. INSUMA. *"Informe #299-21: Análisis de asentamientos – Intercambio San Miguel"*, febrero 2021.
13. Unidad Supervisora CEMOSA-GEOMETRICA-ASTEP. *"CR1-DI-0699-2022: Complemento al oficio 2022-05-03 CR1-DI-0582-2021, Traslado de oficio DM-2022-1572 en atención al oficio EIC-Lanamme-292-2022"*, mayo 2022.
14. VSL Construction Systems, S.A. *"Verificación de seguridad frente a estabilidad externa e interna en condiciones de paramento desplomado (con factores CDR)"*, diciembre 2021.