



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe Final: EIC-Lanamme-INF-0830-2024

**AUDITORÍA DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES DEL PROYECTO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PARA EL PASO ELEVADO
VEHICULAR TIPO VIADUCTO, CALLES MARGINALES, PASO INFERIOR Y RAMPAS
DE ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN EN HATILLO 4, INTERSECCIÓN CALLE
COSTA RICA Y RUTA NACIONAL NO. 39. LICITACIÓN PÚBLICA NO. 2019LN-000019-
0006000001**



Informe final
Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT

San José, Costa Rica
Septiembre, 2024





<p>Observación 2. Se evidenciaron oportunidades de mejora en los estudios de geología y riesgos naturales del proyecto. Hatillo 4", incorporada en el Informe de Avance II y el informe de avance III</p>		
<p>Hallazgo 2. La clasificación vehicular de los aforos, tanto para la troncal como para las marginales, no cumple con lo indicado en el cartel de licitación</p>		
<p>Observación 3. No se evidencian aforos de peatones ni de ciclistas en el tramo evaluado</p>		
<p>Observación 4. No se realizó un análisis de ingeniería mediante modelación de demanda de transporte urbano, no se han presentado proyecciones de tránsito a diez años como base para el diseño</p>		
<p>Observación 5. Se evidenciaron oportunidades de mejora en el informe de diseño vial y planos presentados en el Informe de Avance 3 del proyecto del Paso a Desnivel sobre Ruta Nacional 39 en Hatillo 4</p>		
<p>Hallazgo 3. El análisis de tránsito no cumple con la totalidad de las disposiciones contractuales</p>		
<p>Observación 6. Se evidenciaron oportunidades de mejora en materia de Ingeniería topográfica en la información de requerimientos del proyecto</p>		
<p>Hallazgo 4. Se evidencian oportunidades de mejora en la memoria de cálculo del diseño estructural en cuanto a contenido y congruencia con planos constructivos</p>		
<p>9. Palabras clave Auditoría Técnica, Diseño Estructural, Estudios Preliminares, Estudios hidrológicos, Estudios geotécnicos, Estudios hidráulicos, Topografía, Diseño de pavimentos, Diseño geométrico y Plan de Manejo del Tránsito</p>	<p>10. Nivel de seguridad Ninguno</p>	<p>11. Núm. de páginas 66</p>



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Auditoría de los estudios preliminares del proyecto de diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001

Departamento encargado del proyecto:

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI
Dirección de Contratación de Vías y Puentes, CONAVI
Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

Empresa contratista: Constructora MECO SA

Montos originales de los contratos: ₡4.550.896.475,78 –cuatro mil quinientos cincuenta millones ochocientos noventa y seis mil cuatrocientos setenta y cinco colones con setenta y ocho céntimos– (dato indicado en el contrato original)

Plazo original de ejecución: 540 -quinientos cuarenta- días naturales, divididos de la siguiente manera: 180 -ciento ochenta- días naturales para el diseño y 360 -trescientos sesenta- días naturales para la construcción (dato indicado en el contrato original)

Director General LanammeUCR:

Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD

Coordinadora de Auditoría Técnica:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo, PhD (Auditora Líder)
Ing. Francisco Fonseca Chaves (Auditor adjunto)
Ing. Luis Paulino Rodríguez (Auditor adjunto)

Expertos Técnicos

Ing. Ana Monge Sandí, MSc.
Ing. Esteban Oconitrillo Varela
Ing. Francisco Rodríguez Bardía
Ing. Esteban Vargas Vargas, MSc.

Asesor Legal:

Licda. Nidia María Segura Jiménez
Lic. Giovanni Sancho Sanz.

Alcance del informe:

El alcance de esta auditoría técnica consiste en evaluar la calidad de los estudios preliminares utilizados en el diseño del proyecto, se analizó específicamente los diseños estructurales, estudios geotécnicos, los estudios hidrológicos e hidráulicos, los diseños de pavimento, aspectos topográficos, y estudios de diseño geométrico y seguridad vial y los planos asociados que comprenden el Informe de Avance III, entre los meses de marzo 2022 a mayo 2024.



TABLA DE CONTENIDO

1. Fundamentación 7

2. Objetivo general de las auditorías técnicas..... 7

3. Objetivos del informe 8

 Objetivo general..... 8

 Objetivos específicos 8

4. Alcance del informe 8

5. Antecedentes..... 9

6. Metodología..... 10

7. Descripción del proyecto..... 14

8. Resultados de la auditoría técnica 16

 a. Sobre la revisión de los estudios de hidrología e hidráulica del proyecto. 18

 Hallazgo 1: El informe de diseño hidráulico presenta incumplimientos con respecto a lo indicado en el cartel de licitación y oportunidades de mejora en su contenido. 18

 b. Sobre los estudios geológicos y geotécnicos del proyecto 25

 Observación 1: Se evidenciaron oportunidades de mejora en el diseño geotécnico del proyecto “inf-geo-018 (a)-2021 “Informe Geotécnico, obra n°1958. Proyecto: diseño y construcción del intercambio en Hatillo 4” elaborado por IIG consultores 26

 Observación 2: Se evidenciaron oportunidades de mejora en los estudios de geología y riesgos naturales del proyecto Hatillo 4”, incorporada en el informe de avance II y el informe de avance III. 28

 c. Sobre aspectos de seguridad vial..... 31

 Hallazgo 2. La clasificación vehicular de los aforos, tanto para la troncal como para las marginales, no cumple con lo indicado en el cartel de licitación 32

 Observacion 3. No se evidencian aforos de peatones ni de ciclistas en el tramo evaluado. 33

 Observacion 4. No se realizó un análisis de ingeniería mediante modelación de demanda de transporte urbano ni se han presentado proyecciones de tránsito a diez años como base para estimar dicha demanda..... 34

 Observacion 5. Se evidenciaron oportunidades de mejora en el informe de diseño vial y planos presentados en el informe de avance III del proyecto del paso a desnivel sobre Ruta Nacional 39 en Hatillo 4..... 36

 d. Sobre el diseño del pavimento. 41

 Hallazgo 3. El análisis de tránsito no cumple con la totalidad de las disposiciones contractuales. 42

 e. Sobre aspectos topográficos 44

 Observacion 6. Se evidenciaron oportunidades de mejora en materia de ingeniería topográfica en la información de requerimientos del proyecto..... 44

 f. Sobre diseño estructural 47

 Hallazgo 4. Se evidencian oportunidades de mejora en la memoria de cálculo del diseño estructural en cuanto a contenido y congruencia con planos constructivos ... 48

9. Conclusiones 57

10. Recomendaciones..... 60

11. Referencias 62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de correspondencia enviada y recibida del proyecto.....	11
Tabla 2. Pozos pluviales que no son incluidos en la totalidad del informe	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto. Provincia: 01 San José; Cantón: 01 San José; Distrito: 10 Hatillo.....	15
Figura 2. Rangos en modelo de elevación digital y curvas de nivel.....	20
Figura 3. Oportunidades de mejora en presentación de lámina PL-17	24
Figura 4. Cálculo de ejes equivalentes en el informe de avance No.2.....	43



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

Auditoría de los estudios preliminares del proyecto de diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional no. 39. Licitación pública no. 2019LN-000019-0006000001

1. FUNDAMENTACIÓN

La auditoría técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Asimismo, el proceso de auditoría técnica se fundamenta en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”

2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

En este informe en particular se evaluó la calidad de los estudios preliminares utilizados en el diseño del proyecto, se analizó específicamente los diseños estructurales, estudios geotécnicos, los estudios hidrológicos e hidráulicos, los diseños de pavimento, los estudios topográficos, y estudios de diseño geométrico y seguridad vial y los planos asociados, con el fin de fiscalizar la eficiencia en la gestión y ejecución del proyecto, así como el control de los riesgos potenciales del atraso en los plazos de conclusión, gastos adicionales por



aspectos previsibles, desempeño y durabilidad requerida por las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas para el proyecto, así como, las mejores prácticas de la ingeniería de carreteras.

3. OBJETIVOS DEL INFORME

OBJETIVO GENERAL

Analizar la calidad de los estudios preliminares utilizados en el diseño del proyecto: “Diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la calidad y pertinencia del diseño estructural, los estudios geotécnicos, el diseño de la estructura de pavimento, requerimientos topográficos y los estudios hidrológicos que fueron desarrollados como parte de los estudios preliminares del proyecto.
- Analizar aspectos relacionados con seguridad vial del proyecto y el plan de manejo de tránsito.
- Emitir recomendaciones para la etapa constructiva y operativa del proyecto, basadas en las revisiones realizadas de los estudios preliminares.
- Emitir recomendaciones y oportunidades de mejora sobre el contenido de los estudios preliminares del proyecto, de manera que puedan ser atendidos en proyectos a ser desarrollados en el país.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio consistió en el análisis de los estudios preliminares, entre ellos el diseño estructural del proyecto, los estudios hidrológicos. La evaluación y pertinencia de los estudios geotécnicos; el diseño de la estructura del pavimento, los requerimientos topográficos, la evaluación del manejo temporal del tránsito y seguridad vial del proyecto.

El análisis se realizó por medio de una revisión documental, de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación y el Contrato, Plan de Manejo de Tránsito aprobado, los planos y los documentos contractuales del proyecto, así como las buenas prácticas de la ingeniería. Esta se sustentó con el aporte de expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT), del Programa de Ingeniería Estructural (PIE) y del Programa de Ingeniería Geotecnia (PIG) del LanammeUCR y la Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT) de la Universidad de Costa Rica.

El periodo de ejecución de esta auditoría técnica, comprende los meses de marzo 2022 y mayo 2024, durante la fase previa y la etapa constructiva inicial del proyecto.

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 8 de 66
---------------------------------	-------------------	----------------



La auditoría técnica que realiza el LanammeUCR no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad o supervisión, que es de entera responsabilidad de la Administración. Es función de la Administración analizar, con las partes involucradas, las consecuencias expuestas en los hallazgos y observaciones incluidas en este informe de auditoría técnica.

5. ANTECEDENTES

El 19 de febrero de 2021 se entrega oficialmente el proyecto a la Unidad Ejecutora Río Sixaola (UERS) para encargarse de la gestión de este. La UERS comunicó el inicio de labores al contratista el 5 de marzo de 2021 (Orden de servicio No.1). Se acordó que la Unidad Ejecutora San José – San Ramón (UESR) colaboraría con la revisión técnica de los informes. El 24 de abril de 2021 el contratista entregó el informe de avance 1 (Orden de servicio No.2). Este fue aprobado el 4 de agosto de 2021 mediante la Orden de servicio No.6.

Mediante la Orden de Servicio No.6, se indicó la suspensión total de labores debido a la necesidad de analizar la detección de errores en el anteproyecto de CONAVI, que requerían participación de la Dirección Ejecutiva. Adicionalmente, el contratista no firmó dicha orden de servicio debido a desacuerdos con la fecha en que rige esta, por consultas con respecto al diseño geométrico del proyecto.

El 6 de septiembre de 2021, la Dirección Ejecutiva de CONAVI reasignó la supervisión de la fase de diseño del proyecto a la Dirección de Contratación de Vías y Puentes, por lo que le solicitó al gerente de la UERS los documentos del proyecto, así como cualquier información de interés que haya surgido durante la ejecución.

Luego del reacomodo administrativo del contrato y una reunión con el contratista para el reconocimiento del plazo y la evacuación de dudas con el encargado del diseño geométrico, se comunicó al Contratista la reanudación de actividades para el 8 de febrero de 2022 (Orden de servicio No.9). El Contratista hizo entrega del informe de avance 2 el 24 de marzo de 2022 (Orden de servicio No.10), el cual fue aprobado el 2 de septiembre de 2022 (Orden de servicio No. 17).

El Contratista entregó el informe de avance 3 el 27 de septiembre de 2022 (Orden de servicio No.18). Para el 1° de marzo de 2023, la Dirección Ejecutiva del CONAVI propuso modificar la secuencia del contrato, de manera que las obras constructivas iniciaran de forma paralela con la elaboración del diseño, para agilizar el inicio de la construcción, mediante la metodología “*fast – track*”. Para esta fecha, el anteproyecto de diseño ya había sido revisado y se estaban realizando las terceras correcciones del informe de avance 3. Además, se solicitó un presupuesto preliminar al Contratista, el cual superó en un 84,15% el monto original del contrato.



Debido a que el presupuesto preliminar sobrepasó en más de un 50% el monto original del contrato, el CONAVI le solicitó al Contratista una reingeniería de valor para optimizar los costos. El Contratista anuente a la propuesta, presentó la justificación para la extensión del plazo de diseño, el cual fue aprobado, mediante la Orden de servicio No.34.

El Contratista entregó los resultados de la reingeniería de valor el 28 de junio de 2023, por lo que se emitió la suspensión de actividades para la verificación de estos diseños (Orden de servicio No. 36). Seguidamente, el Contratista entregó el presupuesto de obra actualizado, el cual superó en un 49,70% el monto original del contrato. Se reanudaron las labores el 20 de julio de 2023 (Orden de Servicio No. 37), para subsanar la reingeniería, debido a observaciones de CONAVI por sobrecostos. Además, se estableció una serie de acciones requeridas por la Administración para valorar la factibilidad de dar inicio a la etapa III anticipadamente, se activaron renglones de pago de esta etapa una vez que se cumplieron todas las condiciones impuestas.

El Contratista entregó los diseños corregidos el 22 de julio de 2023 (Orden de Servicio No.37), los cuales fueron verificados por la Dirección de Diseño. Para el 28 de Julio de 2023 (Orden de Modificación No.1) se comunicó al Contratista el inicio de la etapa III Construcción de forma paralela con la etapa II Diseño, una vez que las direcciones de Construcción y Contratación brindaron la no objeción de utilizar los diseños parcialmente aprobados. Además, se le solicitó al Contratista una propuesta de actividades preliminares para el inicio de las obras.

El inicio de labores es efectivo el 1° de agosto de 2023 (Orden de Servicio No. 1, etapa III). El informe de avance No. 3 fue aprobado el 28 de agosto de 2023, luego de dos correcciones de la reingeniería de valor. En abril del 2024, se emiten los informes de diseño y planos finales del proyecto de referencia, aprobados por la Administración.

6. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un período definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad y durabilidad del proyecto. Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) del LanammeUCR, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto.

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Dirección Ejecutiva y a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes de Conavi por medio del oficio EIC-Lanamme-237-2022 el 6 de marzo de 2023, donde se convocó a las partes involucradas a una reunión que se efectuó el 21 de marzo de 2022. En esta se expuso el alcance, los criterios de evaluación del estudio y se solicitó acceso a la información del proyecto durante la fase constructiva.

Las actividades que posteriormente fueron desarrolladas por el equipo auditor consistieron en hacer una revisión de los documentos contractuales y de diseño del proyecto, analizar los diseños y estudios preliminares, y los Informes de Avance II y III de la etapa de Diseño del proyecto.



Adicionalmente, como parte de la auditoría técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto y en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración, durante el desarrollo de este proceso se emitieron varios oficios y notas informe, en los cuales se trataron temas contenidos en este informe y cuyo fin era evidenciar situaciones relevantes identificadas por el equipo auditor durante la etapa de ejecución de la auditoría e informarlos oportunamente previo a la emisión de este informe preliminar.

En la Tabla 1, se muestran los oficios y las notas informe que han sido enviados durante la ejecución de la auditoría.

Tabla 1. Resumen de correspondencia enviada y recibida del proyecto

Oficio enviado por LanammeUCR	Fecha	Asunto	Respuesta CONAVI
EIC-Lanamme-163-2022	07/03/2022	Solicitud de información y reunión.	Correo electrónico
EIC-Lanamme-199-2022	15/03/2022	Solicitud de información y reunión.	Correo electrónico
EIC-Lanamme-237-2022	22/03/2022	Inicio de AT y solicitud de información	0240DCO 22-2022-0240 y 0352DCO 22-2022-0352
EIC-Lanamme-624-2022	26/07/2022	Revisión del informe geotécnico	DVP-20-2022-0433
EIC-Lanamme-928-2022	31/10/2022	Revisión de aspectos de Topografía 4	DVP 27-2022-0651 DVP-27-2023-0066
EIC-Lanamme-947- 2022	07/11/2022	Solicitud de información	DCO 24-2022-1036
EIC-Lanamme-967- 2022	08/11/2022	Revisión de aspectos de seguridad vial	DVP 38-2022-0710
EIC-Lanamme-1038-2022	14/12/2022	Revisión de hidráulico del alcantarillado pluvial, Informe de Avance No.2	DVP-38-2023-0015
EIC-Lanamme-1089-2022	14/12/2022	Observaciones al Informe de revisión de los estudios de geología y riesgos naturales	DVP-38-2023-0013
EIC-Lanamme-1100- 2022	09/11/2022	Respuesta DVP-27-2022-0651	DVP-38-2023-0018
EIC-Lanamme-011-2023	06/01/2023	Respuesta DVP 38-2022-0710	DVP-38-2023-0040
EIC-Lanamme-041-2023	30/01/2023	Solicitud de información y consulta de plazos	DCO 24-2023-0125
EIC-Lanamme-108-2023	23/02/2023	Revisión diseño de pavimentos informe de avance 2	DVP-23-2023-0128
EIC-Lanamme-180-2023	15/03/2023	Revisión de conclusiones diseño de pavimentos	DVP-23-2023-0164
EIC-Lanamme-233-2023	28/03/2023	Consulta estado de Informe de avance 3	DCO 24-2023-0324
EIC-Lanamme-319-2023	28/04/2023	Solicitud de información OS, OM, Avance 3 y estado del proyecto	DCO 29-2023-0419
EIC-Lanamme-549-2023	29/06/2023	Solicitud de información ingeniería de valor, Avance 3 y estado del proyecto	DCO 24-2023-0563
EIC-Lanamme-598-2023	12/07/2023	Solicitud de información Estado del proyecto y OS	DCO-24-2023-0594
correo electrónico	05/10/2023	Estado de informe de avance 3 y de ingeniería de valor	DCO-29-23-0844
EIC-Lanamme-1038-2023	31/10/2023	Observaciones PIG informe de avance 3. Informe EIC-Lanamme-INF-1511-2023	DVP-20-2023-0542
EIC-Lanamme-1050-2023	31/10/2023	Observaciones diseño hidrológico, informe de avance 3	DVP-20-2023-0574
EIC-Lanamme-1138-2023	22/11/2023	Observaciones diseño SV	DVP-38-2023-0586, DCO 24-2024-0045
EIC-Lanamme-1185-2023	22/11/2023	Revisión estructural PIE	DVP-38-2023-0579



EIC-Lanamme-1280-2023	12/12/2023	Respuesta (hidráulica)	DVP-36-2032-0574	DPV-36-2023-0605
EIC-Lanamme-032-2024	10/01/2024	Respuesta DVP-38-2023-0579 (PIE)		DCO 24-2024-0045
EIC-Lanamme-347-2024	04/04/2024	Respuesta DVP-38-2023-0579 (PIE) y DCO 24-2024-0045		GCTR-28-2024-1157
EIC-Lanamme-495-2024	15/05/2024	Solicitud de información, Informe de diseños finales aprobados		DCO-22-2024-0363
EIC-Lanamme-634-2024	14/06/2024	Remisión del memorando EIC-Lanamme-384-2024 (consultas PIE)		GCTT-24-2024-0157
EIC-Lanamme-748-2024	09/07/2024	Remisión informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0830-2024		

En general, se han tratado los siguientes temas mediante la correspondencia:

- Solicitudes de información básica del proyecto incluyendo carteles de licitación, contratos, organigramas, planos e informes de diseño actualizados, entre otros,
- Solicitudes de envío periódico de información sobre órdenes de servicio, órdenes de modificación, informes mensuales de la Supervisión, estimaciones de pago, programa de trabajo, informes de control y verificación de la calidad y avance físico y financiero,
- Revisión de los estudios de hidrología y drenaje,
- Revisión de los estudios geológicos y geotécnicos,
- Verificación de la implementación del Plan de Manejo de Tránsito y otros aspectos de seguridad vial,
- Revisión de los diseños de materiales,
- Revisión del diseño estructural,
- Consultas sobre el avance físico del proyecto.

En cada nota informe emitida, se brindó un periodo de 10 días hábiles, para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de esta. Una vez analizadas las respuestas de la Administración, se procedió a su correspondiente análisis, réplica de ser requerida y finalmente a la confección de este informe.

Documentos de prevalencia

En relación con los criterios utilizados en la ejecución del estudio, los siguientes documentos enlistados, corresponden con la normativa técnica especificada:

- Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR), edición 2009 o última versión vigente.
- Código de Construcción.
- Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, última versión vigente.
- Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR) o última versión vigente.
- Decreto Ejecutivo No. 31363-Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) del 02 de junio de 2003 (Reglamento de circulación de por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga) modificado mediante Decreto No. 35208-MOPT-J-MEIC de 23 de setiembre de 2003.
- Especificaciones de Diseño de Pavimentos, norma "AASHTO Guide for desing of pavement structure", 1993 o última versión vigente.
- Manual de auscultación visual de pavimentos (MAV 2016)

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 12 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------



- Especificaciones de Diseño de Puentes de Carreteras AASHTO LRFD 2012 o última vigente.
- Especificaciones de la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA).
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2010). Cualquier mención de este manual en el presente documento se entiende como última versión vigente y sus actualizaciones.
- Guía para la colocación de captaluces de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT, 2013).
- Norma "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications", de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), edición 2012 o última vigente.
- Ley No. 7600. Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad.
- Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes 2014, del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA, 2014)
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial (SIECA 2011).
- Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica. Primera edición 2016 (JICA-COMITRAN-SIECA).
- Manual de Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica MC-83.
- Manual de Diseños estándar para la construcción de carreteras caminos y puentes (DE-2010)
- Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes (MCV-2015) y sus actualizaciones oficializadas según Decreto Ejecutivo No. 37016-MOPT de fecha 13 de febrero del 2012.
- Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las obras públicas pertinentes, contratadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y por el Estado costarricense (Decreto Ejecutivo No. 37347-MOPT).
- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Universidad de Costa Rica. (Universidad de Costa Rica, 2011).
- Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Publicado en la Gaceta No. 180 con fecha 22 de setiembre de 2017 o última versión.
- Normas para la Colocación de Dispositivos de Seguridad para Protección de Obras y demás disposiciones contractuales.
- Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.
- Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1-Bridges (Publication No. FHWA-HRT-06-032). Federal Highway Administration (FHWA).
- Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial MOPT-CONAVI, para control de calidad de materiales y procedimientos constructivos.
- Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial.
- Última versión de las circulares relacionadas con ingeniería hidráulica de la Administración Federal de Carreteras (FHWA), Departamento de Transportes de los Estados Unidos e Instituto Nacional de Carreteras (NHI). Cabe mencionar las circulares HEC-11, HEC-14, HEC-18, HEC-20, HEC-23, HDS-1, HDS-2, HDS-4, HDS-5, entre otras, las cuales son de libre acceso en la página web de dicha entidad (www.fhwa.dot.gov).
- Planos o esquemas y demás disposiciones contractuales.



7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se presentó originalmente en tres etapas: Etapa I (anteproyecto), Etapa II (diseño) y Etapa III (construcción).

Etapa I, los oferentes elaborarían propuestas siguiendo las directrices establecidas por la Administración, que se basan en un anteproyecto preliminar. El propósito de este anteproyecto fue proporcionar un marco de referencia común para los cálculos, asegurando la comparabilidad de las ofertas. El documento debía incluir detalles esenciales como ubicación, longitud preliminar, diseño de la estructura, tipo de superestructura y subestructura, además de otros aspectos.

Etapa II, el contratista (CO) debía diseñar un paso a desnivel y sus accesos, asegurando la seguridad, eficiencia y capacidad adecuada según normativas. Esto incluyendo protecciones, señalamiento, reubicación de servicios y aceras peatonales, proporcionando los planos constructivos, especificaciones técnicas, cantidades de obra y metodología constructiva. Además, el contratista debía entregar 4 (cuatro) informes: Informe de Avance No.1: Estudios básicos, Informe de Avance No. 2: Anteproyecto de diseño, Informe de Avance No. 3: Diseño final, planos y especificaciones y el Informe Final: Planos finales, sumario de cantidades y presupuesto.

Etapa III, se llevaría a cabo la construcción de la estructura de paso a desnivel, la cual debía incluir protecciones, accesos, señalamiento, reubicación de servicios, aceras y limpieza del sitio. Esto de conformidad con las buenas prácticas de ingeniería y considerando el impacto ambiental.

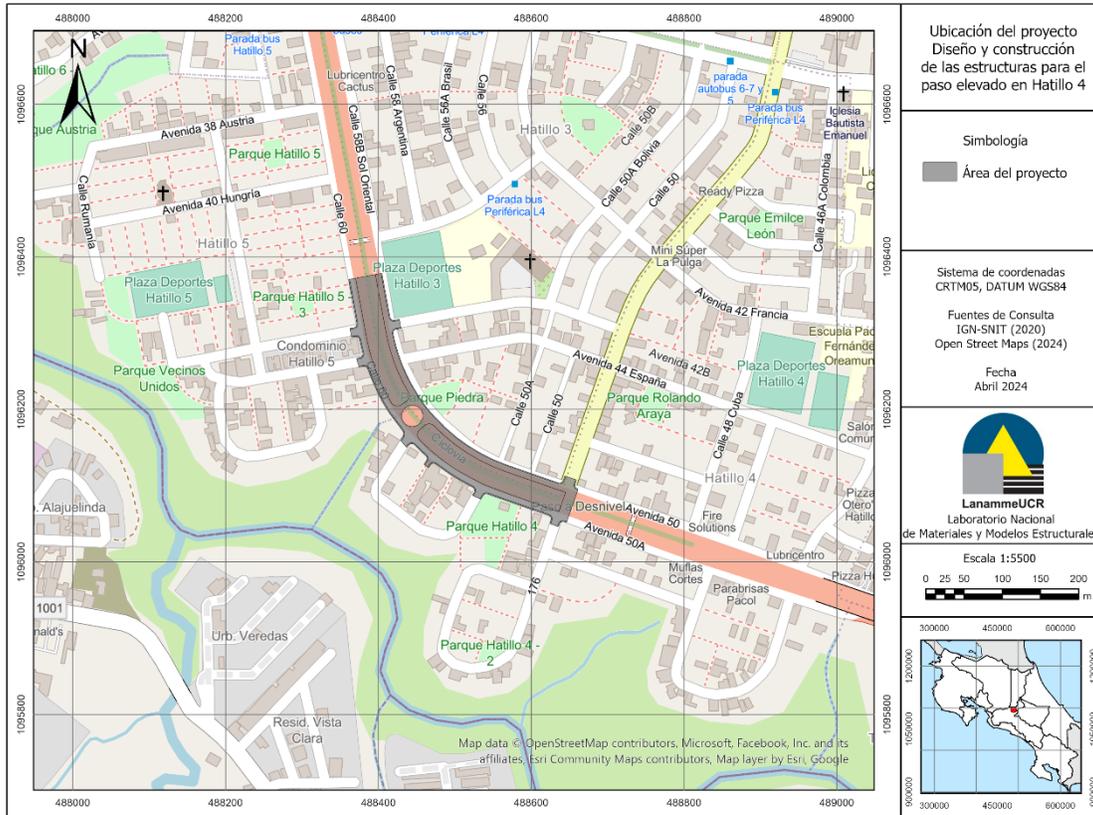
Descripción general de las obras

El contratista debía diseñar y construir las estructuras (paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración), que permitirían la comunicación entre los sectores norte y sur de Hatillo 4. Las estructuras deberían permitir el transitar libremente por la Ruta Nacional No. 39 en el sentido San Sebastián-Pavas, al eliminar el semáforo de la intersección de la Ruta de Circunvalación con la Calle Costa Rica y crearse un paso inferior que permita la comunicación interna entre los Hatillos, sin que haya interferencia entre los diferentes flujos vehiculares. El proyecto está ubicado en la Provincia: 01 San José; Cantón: 01 San José; Distrito: 10 Hatillo.

Este proyecto también contempla la construcción de la estructura, con sus respectivas protecciones y muros de retención y confinamiento de taludes (en caso de requerirse), calles marginales, el paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración, señalamiento y demarcación vial, reubicación de servicios públicos, aceras que permitan el acceso a la estructura a los peatones que utilizan la vía, limpieza del sitio de trabajo de cualquier tipo de escombros y todas las demás correctas y pertinentes prácticas de la ingeniería para lograr un proyecto eficaz, eficiente y de bajo impacto ambiental.



Figura 1. Ubicación del proyecto. Provincia: 01 San José; Cantón: 01 San José; Distrito: 10 Hatillo.



Nota: Fuentes: IGN-SNIT (2020), Atlas TEC (2014) y OpenStreetMap (2024).



8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0643-2024

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-0748-2024 del 09 de julio del 2024, se envió el informe final en versión preliminar, identificado como EIC-Lanamme-INF-0830-2024, a la parte auditada para su análisis y, en caso de requerirse, se procediera a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría; para tales efectos se otorgó un plazo de 15 días hábiles posteriores al recibo de dicho informe. Dicho plazo finalizó el 31 de julio del 2024.

El día 22 de julio de 2024, a las 13:30, se realizó la presentación oral de los resultados del informe preliminar con el fin de comentar aspectos relacionados con su contenido. A esta actividad asistieron los siguientes participantes:

Wendy Sequeira, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR
Francisco Fonseca, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR
Ana Elena Hidalgo, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR
Luis Paulino Solano, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR
Sergio Guerrero, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR
Reynaldo Vargas, Auditoría Interna, Conavi
Berny Quirós, Auditoría Interna, Conavi
Andrés Felipe Zamora, Dirección de Puentes, Conavi
Mónica Moreira, Dirección de Contratación de Vías y Puentes, Conavi
Ana Lucia Garita, Dirección de Diseño, Conavi

No se recibió el descargo al informe en versión preliminar por parte del auditado en la fecha indicada por lo que el día 05 de agosto 2024 se envió un recordatorio. Posteriormente, se recibió el oficio DVP-38-2024-0340 firmado el 14 de agosto del 2024. Mediante el oficio en mención, la Administración adjuntó el descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0830-2024 el cual fue recibido fuera del plazo establecido.

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en cuestión (ver Anexo A) y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe **EIC-Lanamme-INF-0830-2024** en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.



9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las muestras extraídas y la recolección y análisis de evidencias.

Se entiende como **hallazgo de Auditoría Técnica**, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de Auditoría Técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, **una observación de Auditoría Técnica** se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones se emiten como insumos a fin de que sean atendidos por parte de la Administración, planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimiento en proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.



A. SOBRE LOS ESTUDIOS DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA DEL PROYECTO.

El análisis realizado en este tema consistió en verificar que los estudios hidrológicos e hidráulicos practicados cumplan con lo solicitado por los documentos contractuales, además de verificar que estos cuenten con la información y el análisis que respalde los resultados obtenidos. Los estudios hidrológicos e hidráulicos son el insumo que recibe la Administración, para la toma de medidas en el manejo de las aguas pluviales del proyecto, y conocer el desempeño que tendrá el diseño propuesto por el contratista.

Durante el proceso de auditoría se tramitó la siguiente correspondencia con la Administración, donde se comunicaron las observaciones realizadas por el equipo auditor, solicitudes de información y las respuestas de la Administración.

En el documento EIC-Lanamme-947-2022 (07/11/2022) se comunicó sobre las observaciones a la revisión informe de avance número 1, la Administración envió el oficio DCO-24-22-1036 (22/11/2022) a manera de respuesta. Con respecto a las observaciones el informe de avance 2, fueron comunicadas a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-1038-2022 (14/12/2022), se recibe el oficio DVP-38-2023-0015 (11/01/2023) en respuesta las observaciones realizadas, Así mismo en referencia al informe de avance 3, se transmitieron a la Administración las respectivas observaciones mediante el oficio EIC-Lanamme-1050-2023 (27/10/2023), cuya respuesta se recibió por medio del oficio DVP-36-2023-0574 (06/12/2023), del análisis de este documento se generaron nuevas observaciones, comunicadas en el oficio EIC-Lanamme-1280-2023 (12/12/2023), cuya respuesta a manera de descargo por parte de la Administración se recibe mediante el oficio DVP 36-2023-0605 (18/12/2023). En el documento DCO-22-2024-0363 (27/05/2024), se recibió el informe final de diseño aprobado.

HALLAZGO 1: EL INFORME DE DISEÑO HIDRÁULICO PRESENTA INCUMPLIMIENTOS CON RESPECTO A LO INDICADO EN EL CARTEL DE LICITACIÓN Y OPORTUNIDADES DE MEJORA EN SU CONTENIDO.

Durante el periodo de estudio de esta Auditoría Técnica, en el año 2023, el equipo auditor realizó una revisión de los estudios de hidráulica e hidrología del proyecto y los planos asociados a esos estudios. En esta revisión se evidenció que en el informe de avance No.3 existen incumplimientos con los requisitos del cartel de licitación en cuanto al alcance de la memoria de cálculo y diseño contratado. A continuación, se describen algunas de las oportunidades de mejora evidenciadas por el equipo auditor.

Levantamiento del sistema pluvial existente

Se identificaron oportunidades de mejora en cuanto al levantamiento de la red existente que desfoga en el sistema pluvial por construir dentro del proyecto. En relación con este tema el cartel de licitación establece:

“Para el diseño de sistemas para alcantarillado pluvial, se deberá determinar el caudal de diseño en cada uno de los tramos de tubería del sistema. Para cada estructura por diseñar, se deberá definir una cuenca hasta el punto donde se ubica.

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 18 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------



En el caso de alcantarillados pluviales, cada aporte de aguas al sistema (por ejemplo, cada tragante), deberá analizarse como una cuenca adicional que llega al punto donde se da el aporte.” (Conavi, 2019, pp.97-98)

Debido a que el sistema pluvial existente en la comunidad de Hatillo representa un aporte al sistema, su levantamiento forma parte del análisis hidráulico, con el objetivo de establecer el área tributaria y el caudal de diseño. Pese a ello, se señala dentro de las limitaciones de informe hidráulico, que el levantamiento del sistema pluvial de la Municipalidad de San José no abarcó la totalidad del proyecto. Entre los motivos se expone que existen pozos sellados sin conexión identificada, además la información en la zona sureste se encuentra incompleta, lo que obligó a suponer la extensión del área tributaria en este sector en función de la topografía.

La Administración se refirió a este punto mediante los oficios DCO 24-2022-1036 y DVP 38-2023-0015, indicando que existen pozos sellados, estructuras en mal estado y que el levantamiento tiene un costo elevado, por ello no es posible realizar el levantamiento completo. Además, señaló que la información base fue aprobada en el informe de avance No.1 por la Unidad Ejecutora San José San Ramón y la Unidad Ejecutora Puente Binacional Río Sixaola, siendo imposible para la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes solicitar subsanaciones. A criterio del auditado, tras múltiples correcciones el resultado final tiene un nivel de precisión aceptable.

Las justificaciones brindadas por la Administración detallan dificultades para realizar el levantamiento, sin embargo, es criterio del equipo auditor que existen oportunidades de mejora en la información base y el cumplimiento de esta especificación contractual. Tal y como indica el informe de avance No.1 en su página 7, la asignación de área de drenaje y los pozos existentes podría no reflejar lo que está sucediendo en la zona.

Delimitación de áreas tributarias

En lo que respecta a delimitación de cuencas y áreas tributarias el cartel de licitación establece:

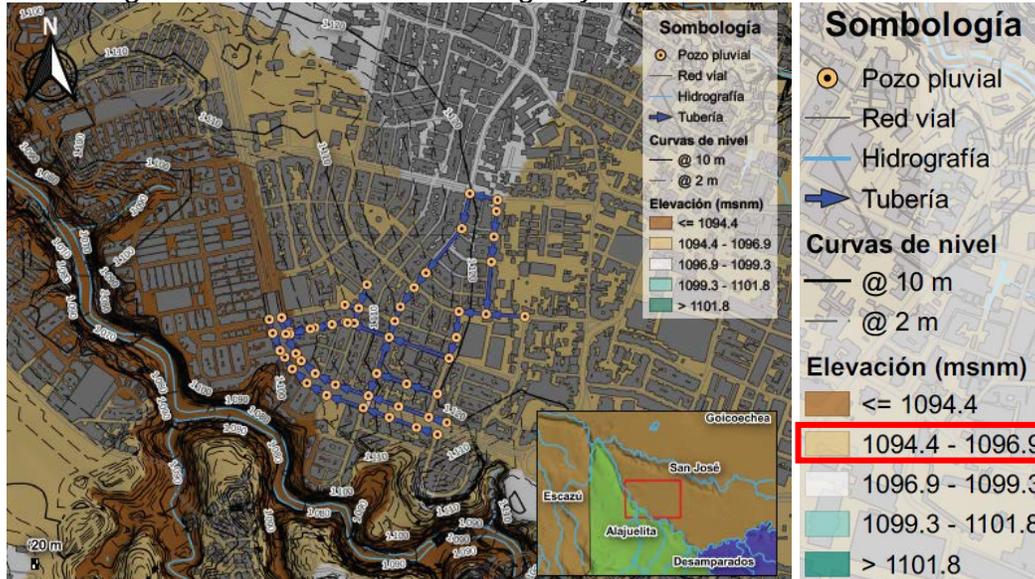
“La delimitación de cuencas debe realizarse en un sistema de información geográfica, sobreponiendo dicha delimitación sobre las hojas cartográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y curvas de nivel más precisas para el sitio en estudio. Dichas curvas de nivel deben mostrarse con su elevación clara y a escala apropiada; además comprender una extensión mayor a la cuenca delimitada, de modo que permita demostrar que la delimitación es adecuada.” (Conavi, 2019, pp.94)

El informe de diseño del sistema pluvial cuenta con un modelo de elevación digital (MED) y curvas de nivel según se detalla en la Figura 2. Esta corresponde a la información topográfica utilizada para delimitar las cuencas del proyecto. El modelo de elevación digital ubica la mayoría de área tributaria del proyecto en el rango de los 1094,4 msnm y los 1096,9 msnm, rango de 2,5 m que no refleja la realidad del área de estudio. Adicionalmente, la misma figura muestra curvas de nivel más detalladas con una topografía diferente a la del



MED, pero que coincide con la utilizada en planos constructivos. No obstante, estas curvas de nivel no abarcan la totalidad del área de estudio.

Figura 2. Rangos en modelo de elevación digital y curvas de nivel.



Fuente: Conavi, 2023

Mediante el oficio DVP-36-2023-0574 (18/12/2023), la Administración indicó que el objetivo de las curvas de nivel no es mayor precisión, sino justificar las áreas tributarias y complementar el MED. En complemento el oficio DCO-24-2024-0045 (23/01/2024), adjuntó la respuesta del Contratista. En este último documento, sobre la existencia de dos fuentes de información topográfica, el Contratista indicó que se utilizó información del Instituto Geográfico Nacional para las cuencas en general, y para el modelo hidráulico el levantamiento topográfico.

Es criterio del equipo auditor que la información del MED no es representativa de la zona del proyecto, debido a que no se ajusta a la realidad de las diferencias topográficas de las cuencas de estudio. Por su parte, las curvas de nivel mostradas no abarcan la totalidad del área de drenaje. Debido a que se trata de fuentes con topografía diferente la información no es complementaria. Por lo tanto, no se cumple el objetivo de justificar las áreas delimitadas.

Cálculo de caudales

La metodología de cálculo seleccionada por el consultor es el método racional. Esta metodología cumple con las especificaciones contractuales. Adicionalmente, se destaca que el informe de diseño justifica adecuadamente las variables de cálculo utilizadas, específicamente justifica los valores de intensidad y coeficiente de escorrentía. Sin embargo, utilizando los valores de área, coeficiente de escorrentía e intensidad, los caudales reportados en el documento escrito representan aproximadamente el 85 % del caudal que se obtendría al aplicar el método racional.



Mediante el oficio DVP-36-2023-0574 (18/12/2023) la Administración indicó que el diseñador realizó variaciones en la forma en la que se alimenta el modelo, lo que modificó el caudal en diferentes elementos respecto a los resultados del informe de avance dos. Es criterio del equipo auditor que las mejoras en asignación de caudales son una buena práctica, pero la observación no hace referencia a estos cambios, hace referencia al error de cálculo al aplicar el método racional con las variables detalladas en el informe escrito, por lo que la observación se mantiene.

Modelo hidráulico

En lo que respecta a la información base utilizada para el modelo se identificaron algunas inconsistencias dentro del informe escrito. Específicamente, existen inconsistencias en cuanto a la cantidad total de pozos pluviales según se resume en la Tabla 2, ya que asigna una cuenca de drenaje a los pozos PE-27, PE-28, PN-18 y PN-19, pese a que estos no se encuentran dentro del cuadro con la ubicación geográfica de los pozos pluviales del proyecto. Además, los pozos PN-18 y PN-19 no se incluyen dentro del modelo hidráulico, pese a que tienen área tributaria y caudal calculado dentro del informe.

Tabla 2. Pozos pluviales que no son incluidos en la totalidad del informe

Pozo	Cuadro resumen con ubicación de pozos	Cuadro resumen con cálculo de caudales	Imagen de modelo hidráulico.
PE-27	No se incluye	Se incluye	Se incluye
PE-28	No se incluye	Se incluye	Se incluye
PN-18	No se incluye	Se incluye	No se incluye
PN-19	No se incluye	Se incluye	No se incluye

El oficio DVP-36-2023-0574 (18/12/2023) emitido por la Administración, indicó que los pozos PN-18 y PN-19 fueron eliminados ya que el consultor consideró en su análisis original un área mayor que la contractualmente indicada. La justificación brindada para eliminar ambos pozos pluviales se encuentra de acuerdo con los términos contractuales y alcance de obra, no obstante, se concluye que el informe se encuentra desactualizado al incluir los pozos pluviales PN-18 y PN-19, y asignar un caudal a estos elementos, sin indicar la redistribución de esta área tributaria.

Resultados hidráulicos

En atención a las disposiciones del cartel de licitación y contenido de la memoria de cálculo, se tiene como especificación del proyecto el siguiente extracto:

“Con el fin de contar con una memoria clara, que permita justificar las dimensiones de todas las estructuras propuestas, el contratista deberá presentar todos los datos y cálculos, donde se muestren los datos de entrada y resultados del diseño de todos los tramos de tubería tanto por construir como los existentes...” (Conavi, 2019, pp.98).

El informe detalló los parámetros de entrada y los resultados de los diferentes elementos del sistema pluvial por construir, incluyendo los datos de profundidades, diámetros, longitud, caudal, velocidad, tirante máximo, perfil de flujo, entre otras características del sistema, pero no presentó esta información en el sector de la red existente, pese a que forma parte



de los modelos hidráulicos. Mediante el oficio DVP 38-2023-0015 (11/01/2023) se indicó al equipo auditor que los resultados relacionados con la red existente en vías cantonales se encuentran fuera del proyecto, ya que Conavi únicamente puede invertir sus recursos en la red vial nacional. De forma complementaria el oficio DVP-36-2023-0574 (18/12/2023) indicó que dadas las limitaciones físicas para el acceso a tuberías existe incertidumbre en las características reales de tuberías y pozos, por lo que, utilizando la experiencia del diseñador, se consideró que esta información no es necesaria para determinar el caudal generado. En lo que respecta a sus resultados se indicó que no existe obligación de incluirlos.

Es criterio del equipo auditor que esta actuación, representa un incumplimiento contractual, además es recomendable solicitar la totalidad de los resultados ya que el sistema opera de forma conjunta y permitiría a la Administración evaluar afectaciones en el nuevo sistema producto de fallas en el sistema existente.

El equipo auditor analizó el comportamiento del modelo hidráulico, y este revela que el sistema existente no pudo captar el caudal asignado, por lo que el sistema por construir fue evaluado con un caudal inferior. Esta condición debió ser prevista por la Administración solicitando los datos del sistema existente dentro del informe.

Los resultados de caudal de la tubería T25, elemento que limita con el punto de desfogue, tienen una magnitud de $9.368 \text{ m}^3/\text{s}$. Se estima que este valor representa el 72 % del caudal generado por el área tributaria definida en el informe de avance tres. Este es el resultado de un sistema existente que no tiene capacidad de captar la totalidad del caudal asignado, generando pérdidas en el modelo. De acuerdo con los resultados obtenidos por el consultor, el sistema cuenta con capacidad para transportar caudales superiores a $9.368 \text{ m}^3/\text{s}$, sin embargo, se recomendó evaluar el funcionamiento del sistema nuevo con la totalidad del caudal que debería ingresar como prueba del escenario más exigente.

Estructura disipadora de energía

De acuerdo con lo dispuesto por la normativa de AyA (2017), documento de acatamiento obligatorio según el cartel de licitación, se deben incluir como mínimo disipadores de energía donde se garantice como máximo una velocidad de 2,5 m/s en el sitio de desfogue. Mediante el oficio EIC-Lanamme-1038-2022 (22/11/2023) se recomendó verificar el cumplimiento de esta especificación.

El oficio DCO-24-2024-0045 (23/01/2024), adjuntó la respuesta del Contratista. En esta el consultor indicó que la velocidad de salida es de 1,5 m/s con profundidad de 0,997 m. Estos resultados cumplen con la normativa vigente, sin embargo, no se identifica esta información dentro del informe recibido por el equipo auditor. Se recomendó su inclusión.

Evaluación de tragantes

La memoria de cálculo no incluye un análisis de encharcamiento tanto en el viaducto como en el sistema pluvial principal, de forma que no se valida la capacidad de captación del drenaje de ranura en el viaducto ni de los tragantes por utilizar, dejando incompleto el análisis. La Administración indicó mediante los oficios DVP 38-2023-0015 (11/01/2023) y DVP-36-2023-0574 (18/12/2023) que la recomendación de verificar la capacidad de



captación de tragantes es adecuada, sin embargo, debido a que en este proyecto se utilizarán tragantes estándar, se considera que no es una condición crítica para el diseño. Mediante el oficio DCO-24-2024-0045 (23/01/2024) adjuntó la respuesta del Contratista. En este último documento, el consultor explicó que las ecuaciones de la FHWA son para flujo subcrítico, por lo que no se considera recomendable aplicarlas al proyecto.

En el caso de tragantes, incluir su funcionamiento dentro de los modelos hidráulicos, representa una obligación contractual según lo indicado en el cartel de licitación, lo que revela un incumplimiento tal y como se muestra en el siguiente extracto:

*“Los tragantes por utilizar deberán ser según los detalles de “Tragante con cordón y cuneta” especificados en las Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial (páginas 22 a 29) y deberá especificarse en cada caso la longitud de la boca de entrada, según el requerimiento de capacidad de cada tragante, lo cual deberá ser debidamente diseñado según el documento FHWA-IP-83-6 citado. **Dichos tragantes se deberán considerar como parte del modelado del sistema de alcantarillado pluvial.** Se podrán utilizar pozos-tragantes de modo que se construya un pozo con una boca de entrada y acceso para limpieza similar a los tragantes con cordón y cuneta mencionados”. Lo resaltado no es el formato del texto original (Conavi, 2019, p.98).*

Dadas las limitaciones del método de la FHWA explicadas por el consultor, se recomendó realizar como mínimo el análisis al área del viaducto mediante un modelo hidráulico.

Diferencias entre planos constructivos y memoria de cálculo

Se realizó una revisión a los planos constructivos, tomando en consideración que se cuenta con un informe hidráulico mediante el cual fue definido el sistema pluvial del proyecto, partiendo del supuesto de que los planos fueron elaborados según el diseño realizado en los estudios preliminares. A continuación, se emiten las observaciones derivadas de dicha revisión.

1. Nomenclatura de los elementos

En relación con la nomenclatura del sistema pluvial, el cartel de licitación establece:

*“**Con el fin de contar con una memoria clara, que permita justificar las dimensiones de todas las estructuras propuestas, el contratista deberá presentar todos los datos y cálculos, donde se muestren los datos de entrada y resultados del diseño de todos los tramos de tubería tanto por construir como los existentes, indicados con la numeración utilizada en los planos constructivos para los pozos o demás estructuras en los extremos de cada tramo de tubería.**”* Lo resaltado no es el formato del texto original (Conavi, 2019, p.98)

En el caso de los pozos pluviales en planos se utiliza el término “PP”. Dentro del informe escrito se hace referencia a los pozos pluviales de dos formas, la primera de ellas “PN”, la segunda coincide con la utilizada en planos. Además de ser una disposición contractual es recomendable que el informe escrito utilice la misma nomenclatura utilizada en planos.

2. Características de pozos pluviales

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 23 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------

Se encuentran diferencias en los pozos pluviales PP-3 y PP-3A. Cuyas elevaciones de fondo son correctas, sin embargo, en planos se especifica para el PP-3 una altura de 4,55 m y para el PP-3A una altura de 5,47 m, mientras que, en el informe escrito se especifican 3,93 m y 4,76 m. Diferencias de altura de pozo con magnitud de 0,62 m y 0,71 m respectivamente.

3. Longitud y pendiente de tuberías

En términos de longitud los planos de obra asignan un valor de 47,09 m para la tubería T11, y de 43,54 m en la tubería T12, mientras que el documento escrito especifica longitudes de 57,3 m y 41,6 m respectivamente. La diferencia en la tubería T11 es de 10 m. De forma similar se identifican algunas pocas diferencias en valores de pendiente, a modo de ejemplo, los planos especifican para la tubería T9 una pendiente de 6,63 %, mientras que, en el informe escrito se especifica una pendiente de 7,35 %.

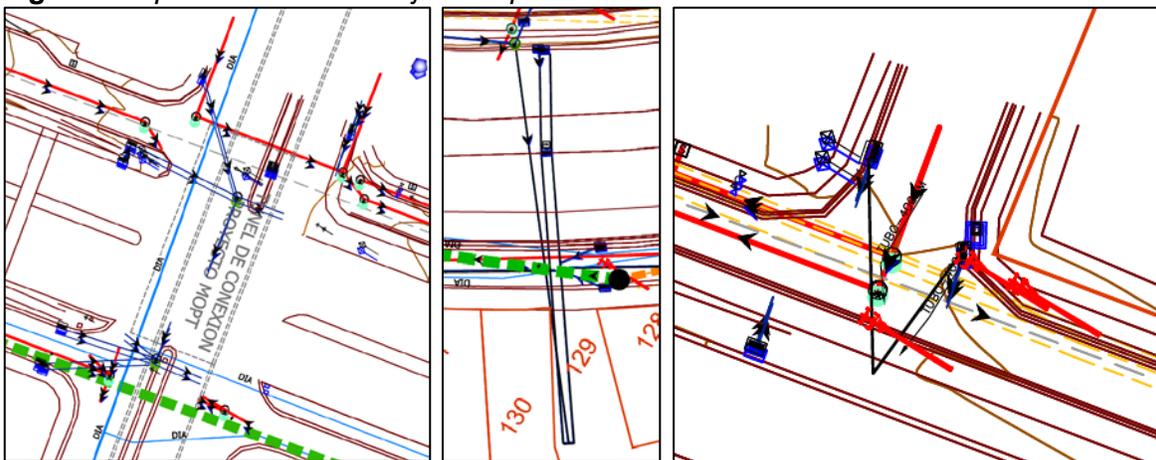
4. Sistema pluvial del viaducto

La memoria de cálculo define como tubería de conducción una tubería de concreto de 400 mm de diámetro, en planos los detalles constructivos muestran un tubo de 600 mm de diámetro. El consultor aclaró mediante el oficio adjunto al documento DCO-24-2024-0045 (23/01/2024) que el diseño final corresponde al de 600 mm. Se recomendó actualizar la memoria de cálculo acorde al diseño final.

5. Presentación planos constructivos

Se recomendó una simbología más detallada acorde al contenido de los planos, así como eliminar capas que dificultan la visibilidad. Además, en la lámina PL-17 se identificaron capas de dibujo incompletas, que no representan el sistema propuesto, se recomendó eliminar estas capas (ver Figura 3).

Figura 3. Oportunidades de mejora en presentación de lámina PL-17



En conclusión, el equipo auditor, ha identificado diversas áreas de incumplimiento y oportunidades de mejora en el informe de diseño hidráulico evaluado. Estas áreas incluyen el levantamiento del sistema pluvial existente, la delimitación de áreas tributarias, el cálculo de caudales, el modelo hidráulico, los resultados hidráulicos, la estructura disipadora de



energía, la evaluación de tragantes y las diferencias entre planos constructivos y memoria de cálculo.

El criterio del equipo auditor es que estos incumplimientos comprometen la precisión del informe, lo que podría tener implicaciones negativas en la ejecución y funcionamiento del sistema pluvial en cuestión. Por lo tanto, se recomendó una revisión exhaustiva del informe para corregir los errores identificados y realizar las mejoras necesarias. Además, se sugiere que se establezcan mecanismos de seguimiento y control para garantizar que se cumplan adecuadamente los requisitos contractuales y las normativas vigentes en futuras etapas del proyecto. Esto contribuirá a asegurar la integridad y eficacia del diseño hidráulico y, en última instancia, a la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente y de las partes interesadas, en futuros proyectos de esta índole.

Cabe recalcar que no se observó la aplicación de las recomendaciones al diseño hidráulico y planos constructivos, entregado en el informe de diseño final en el oficio DCO-22-2024-0363 (27/05/2024), enviado a esta auditoría técnica.

B. SOBRE LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS DEL PROYECTO

Como parte del proceso de auditoría técnica y con el apoyo y criterio profesional del Programa de Ingeniería en Geotécnica del LanammeUCR (PIG), se realizó durante los años 2022 y 2023 una revisión de los estudios preliminares y de los informes de avance II y III y el informe final de diseño aprobado, con respecto al tema de geología y geotecnia. A continuación, se resumen las principales observaciones realizadas por el PIG, a los documentos:

- “Informe geotécnico, obra N°1958. Proyecto: Diseño y construcción del intercambio en hatillo 4”
- “Informe de revisión de los estudios de geología y riesgos naturales del Proyecto Hatillo 4”, incorporado en el II Informe de Avance, los documentos analizados son:
 - Protocolo para estudio técnico de geología básica del terreno
 - Protocolo de estructura y amenazas/riesgos naturales del AP
 - Compendio de planos
- Informe de revisión del Informe de Geotécnica del proyecto de Diseño y construcción del intercambio en Hatillo 4, incorporado en el Informe de Avance 3, los documentos analizados son:
 - Informe de Geotecnia, Obra N°1958 “Proyecto: Diseño y construcción del intercambio en Hatillo 4”
 - Compendio de planos: Láminas de afectaciones de la AF01 a AF07
 - Lámina de perforaciones LAM_GT-01
 - Láminas de estructural de la ES-01 a la ES-47
 - Láminas de muros de la MR01 a la MR21



A continuación, se resumen las observaciones realizadas por el equipo auditor y comunicadas a la Administración oportunamente.

OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL DISEÑO GEOTÉCNICO DEL PROYECTO “INF-GEO-018 (A)-2021 “INFORME GEOTÉCNICO, OBRA N°1958. PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIO EN HATILLO 4” ELABORADO POR IIG CONSULTORES

El informe geotécnico de IIG Consultores presenta oportunidades de mejora para optimizar el diseño del proyecto. Se sugieren acciones como exploraciones adicionales para verificar el nivel freático y obtener parámetros de suelo más precisos.

Mediante el oficio EIC-Lanamme-624-2022 (26/07/2022), se remitió a la Administración el Informe EIC-Lanamme-INF-0946-2022, elaborado por el Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR. En este informe se resume la revisión realizada al documento INF-GEO-018 (A)-2021 “Informe geotécnico, obra N°1958. Proyecto: Diseño y construcción del intercambio en hatillo 4” elaborado por IIG Consultores.

En general, se evidenció que la información es adecuada para establecer pautas de carácter preliminar en materia geotécnica. Sin embargo, a pesar de ello, se considera pertinente destacar algunos aspectos.

En el oficio EIC-Lanamme-624-2022 (26/07/2022) se recomendó a la Administración realizar una exploración adicional orientada a verificar si durante la época lluviosa es posible encontrar nivel freático en la zona, esto debido a que se desconoce el tipo de obras que se planea diseñar en este proyecto, sin embargo, se consideró conveniente señalar que la influencia del nivel freático en la zona es importante, en especial si se pretende construir algún tipo de muro de retención.

A lo que la Gerencia de Contratación de vías y puentes respondió en el oficio DVP- 20-2022-043 (10/08/2022), que *“es una obligación del contratista considerar la incidencia del agua, y que se traslada al contratista dicha recomendación para su consideración e inclusión”*.

Por otro lado, para los diseños finales de las obras planificadas para el proyecto se recomendó determinar con mayor precisión los parámetros de resistencia al corte de la capa o las capas involucradas, es importante que sean tomadas y ensayadas más muestras para establecer los parámetros del suelo representativos de cada capa. A lo que la Administración, al igual que en el caso anterior indicó que la recomendación se traslada al contratista para su consideración e inclusión de eventuales medidas para el fortalecimiento del abordaje en esta línea, todo de acuerdo con la etapa actual de avance del contrato.

Es criterio del PIG que al tratarse de una obra específica en una ubicación dada puede ser posible que la exploración no sea suficiente para el análisis de la cimentación o el diseño de un muro de retención, por lo que se mantiene la recomendación realizada.



Otro aspecto señalado en el oficio EIC-Lanamme-624-2022 (26/07/2022) se refiere al potencial de expansión, y se recomendó a la Administración estar atento a las valoraciones adicionales que realice el contratista. En el oficio DVP- 20-2022-043 (10/08/2022) se indicó que, *en el pliego cartelario se requiere por parte del contratista, la estimación de esta y otras condiciones especiales eventualmente presentes en el proyecto, así como de las medidas necesarias para su atención, por lo que se traslada al contratista, para su consideración y ampliación necesaria sobre el particular.*

Para establecer las condiciones de análisis a corto y largo plazo, IIG Consultores indicó que se determinó la capacidad de soporte a partir del ensayo de SPT para corto plazo o en estado de esfuerzos totales, y por su parte para largo plazo, se utilizan los valores obtenidos de los ensayos triaxiales, para condiciones de esfuerzos efectivos. Sin embargo, se utilizaron los resultados de ensayos triaxiales no consolidados – no drenados, que equivalen a esfuerzos totales. Por tal razón en el oficio EIC-Lanamme-624-2022 (26/07/2022), se consideró pertinente solicitar la aclaración correspondiente. La Administración trasladó esta consulta al Contratista para su atención, a la fecha esta Auditoría Técnica no conoce la respuesta.

Por último, en el caso del análisis de los asentamientos, es importante señalar que a raíz de las estimaciones mostradas en el informe de IIG Consultores, se recomendó una revisión posterior, una vez que se conozca con más detalle la sobrecarga a la que van a estar expuestos los materiales en cada zona del proyecto, esto con el fin de considerar la deformabilidad real del sitio al ser colocada la obra correspondiente. La Administración indicó que esta inquietud ya había sido revisada con el contratista y sería atendida en la etapa de diseños finales. Cabe mencionar que, en el informe de diseño final aprobado por la Administración, adjunto al oficio DCO-22-2024-0363 (27/05/2024), no se observó cambios en esta condición.

El oficio EIC-Lanamme-624-2022 (26/07/2022) señaló que, en el informe de IIG Consultores se indica que para descartar el potencial de licuación en el proyecto se deben acatar las recomendaciones que se mencionan en el informe, sin embargo, no se observa ninguna, por lo que se solicitó a la Administración adjuntar esta información. En la respuesta recibida por la Administración no se hace referencia a este punto por lo que queda en evidencia que la Administración recibió “conforme” el estudio geotécnico sin percatarse que el informe de IIG indicaba que se iban a indicar recomendaciones sobre el potencial de licuación y que estas no se encuentran en el documento.

Es importante mencionar que la Administración hace la aclaración en el oficio DVP-20-2022-0433 (10/08/2022) que:

...que las recomendaciones de ese ente fiscalizador arriban durante la ejecución del contrato de marras, habiéndose dado por recibido por parte de la Administración contratante, el Informe de Avance No.1; dicho documento, contiene los estudios preliminares, entre otros, el geotécnico. Así las cosas, las posibilidades de incorporación y atención de las mejoras sugeridas, tendientes a robustecer la representatividad de los datos que alimenten el modelo geotécnico para los diseños finales, deberán de analizarse a la luz de la etapa contractual en que se encuentra el proceso, así como los alcances establecidos de previo en el pliego de condiciones respectivo...



Por lo que cabe aclarar que esta Auditoría Técnica entiende que dentro del marco legal en el que se trabaja la contratación, las observaciones y recomendaciones realizadas, son en virtud de mejorar los insumos técnicos no solamente en este proyecto sino en futuras contrataciones.

OBSERVACIÓN 2: SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA Y RIESGOS NATURALES DEL PROYECTO. HATILLO 4“, INCORPORADA EN EL INFORME DE AVANCE II Y EL INFORME DE AVANCE III.

En el informe EIC-Lanamme-INF-1732-2022 del PIG, se realizó una evaluación de los estudios de geología y riesgo naturales y el cumplimiento con lo solicitado por los documentos contractuales, además de verificar que estos cuenten con la información y el análisis que respalde los resultados obtenidos para la toma de decisiones y sustento de los diseños finales. Estas observaciones fueron comunicadas a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-1089-2022 (14/12/2022), se analiza a continuación las respuestas recibidas a través del oficio DVP 38-2023-0013 (11/01/2023).

Se evidenció de este análisis que el documento “*Informe de revisión de los estudios de geología y riesgos naturales del Proyecto Hatillo 4*”, incorporada en el II informe de avance, pese a contener información adecuada para establecer pautas de carácter preliminar en materia geotécnica, presenta oportunidades de mejora o consideraciones adicionales que pueden contribuir a mejorar el diseño del proyecto y por lo tanto el desempeño de este.

También es importante recalcar que este tipo de observaciones de carácter general podría servir de insumo a la Administración para ser utilizados en futuros proyectos establecer pautas o criterios de revisión que mejoren los documentos contractuales. A continuación, se citan las principales observaciones:

Geología local: En primer lugar, se evidenció que el proyecto no cuenta con una descripción de materiales más localizada a los propios puntos de trabajo, incluyendo registros fotográficos que generen un acompañamiento visual y con una descripción más específica, la cual ayudaría a gestionar el proyecto y generar los insumos necesarios para un diseño exitoso y un buen desempeño.

Amenaza Sísmica y por Licuefacción: La Administración no cuenta con la información relacionada con:

- Un estudio de amenazas sísmica específico para el área del proyecto, ya que no lo contempló, por considerar que, la estructura comprendida en esta contratación no tiene un nivel de complejidad importante, en su caso, se consideró adecuado el uso de los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes, normativa que rige en el país para el diseño sismorresistente de puentes.
- Los estudios geotécnicos en la etapa de diseño con un análisis más exhaustivo para confirmar que el sitio no presenta licuación.



Falla Bello Horizonte y Diseño de Muros de Retención: Se recomendó solicitar información adicional sobre la descripción de la falla Bello Horizonte y la información del diseño final de los muros de retención mostrados en la lámina MR-01 de los planos.

Este tipo de aspectos acorde con el criterio experto, son aspectos fundamentales para el adecuado desarrollo de un proyecto vial de esta magnitud en apego a los documentos contractuales y las buenas prácticas de la ingeniería.

A lo que se indica en el oficio DVP-38-2023-0013 que en los temas mencionados anteriormente estas recomendaciones son responsabilidad del contratista y que se trasladó la información para que éste emita las aclaraciones respectivas y esté enterado de las recomendaciones emitidas en el oficio de esta Auditoría Técnica.

Posteriormente, se realizó una evaluación del documento “Informe Geotécnico del proyecto: Diseño y construcción del intercambio en Hatillo 4”, incorporado en el Informe de Avance 3. En esta revisión, el panel de expertos evidenció que persisten algunos aspectos que fueron detectados en la revisión inicial, presentados en el informe EIC-Lanamme-INF-0946-2022, que fueron comunicados a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-624-2022 (26/07/2022), como la escogencia de parámetros para el análisis de capacidad de soporte a largo plazo y el análisis de los asentamientos con la sobrecarga final de diseño.

Pese a que cuentan con al menos la información mínima requerida para realizar los diseños finales de obras geotécnicas, es criterio del equipo auditor, que los documentos presentan oportunidades de mejora o consideraciones adicionales que pueden contribuir a mejorar el diseño del proyecto y por lo tanto el desempeño de este.

Las principales observaciones derivadas del análisis del informe EIC-Lanamme-INF-1511-2023 y los documentos relacionados con el proyecto de Diseño y construcción del intercambio en Hatillo 4 son las siguientes:

- Fuente de datos para parámetros geotécnicos: La fuente de información utilizada para establecer los parámetros geotécnicos no está claramente especificada, generando incertidumbre en la integridad de los resultados.
- Justificación de análisis a largo plazo: Persiste la indicación de utilizar ensayos triaxiales no consolidados - no drenados para análisis a largo plazo, lo que requiere una explicación más detallada y justificada.
- Estimación de asentamientos y cumplimiento del CCCR: Es necesario verificar la estimación de asentamientos para asegurar su cumplimiento con el Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR) y garantizar la seguridad estructural.
- Errores en unidades de medida: Se han detectado errores en las unidades de medida en algunas tablas, lo que resalta la importancia de mantener la coherencia en la presentación de datos técnicos.
- Discrepancias en factores de seguridad: Se observa una discordancia en relación con las normativas del Código de Cimentaciones de Costa Rica en lo que respecta a los factores de seguridad utilizados en los cálculos de diseño.



- Diferencia en configuración de fundación en planos: Se ha identificado una diferencia en la configuración de la fundación propuesta en los planos en comparación con el diseño indicado en el informe de geotecnia, lo que requiere una aclaración y coherencia en la documentación.

Es de conocimiento del equipo auditor el argumento de la Administración de no encontrarse en capacidad de solicitar ensayos adicionales para establecer un modelo geotécnico más preciso, dada la etapa actual de ejecución. Sin embargo, se reitera la importancia de contemplar este tipo de situaciones para subsecuentes proyectos, dado que incluso en el Código de Cimentaciones de Costa Rica, en su apartado 2.2 muestra etapas del desarrollo de estudios de cimentación que, de acuerdo con las buenas prácticas de la ingeniería, puede extrapolarse a estudios geotécnicos en general.

Este tipo de aspectos acorde con el criterio experto, son aspectos fundamentales para el adecuado desarrollo de un proyecto vial de esta magnitud en apego a los documentos contractuales y las buenas prácticas. También es importante recalcar que este tipo de recomendaciones y observaciones de carácter general podrían servir de insumo a la Administración para establecer pautas o criterios de revisión que mejoren los documentos contractuales en futuros proyectos.

Aunque la Administración ha recibido las observaciones y recomendaciones, y ha trasladado algunas de ellas al contratista para su consideración e inclusión en el proyecto, queda en evidencia que aún hay aspectos pendientes de abordar y aclarar, especialmente en lo concerniente a la atención de las recomendaciones sobre el potencial de licuación, las cuales no fueron mencionadas en la respuesta recibida.

La Administración no proporcionó respuesta a los comentarios y consultas emitidas por el PIG mediante el oficio DCO-22-2024-0363 (27/05/2024), por ende, el documento informe final de diseño aprobado no presentaba modificaciones respecto a la versión revisada anteriormente. La información adicional suministrada resultó ser idéntica a la ya evaluada, sin aportar novedades que respondieran a las observaciones realizadas en el informe EIC-Lanamme-INF-1511-2023.

Se resalta la importancia de considerar estas observaciones dentro del marco contractual y legal del proceso de contratación, con el objetivo de mejorar no solo el proyecto actual, sino también futuras contrataciones, asegurando la calidad y robustez de los datos geotécnicos para los diseños finales.



C. SOBRE ASPECTOS DE SEGURIDAD VIAL

En el tema de seguridad vial se realizó una evaluación del documento de “*Revisión preliminar de estudios básicos del proyecto Paso a desnivel sobre Ruta Nacional 39 en Hatillo 4*”, en materia de ingeniería de tránsito y movilidad segura de usuarios, este análisis se comunicó en el oficio EIC-Lanamme-967-2022 e incluyó la revisión de los documentos:

- Oficio DVT-DGIT-ED-2021-1123 (08/06/2021), Departamentos de Estudios y Diseños de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, MOPT.
- Informe de aforos H4 FDMVC, ITP, de mayo del 2021, de la empresa Ingeniería Técnica de Proyectos.

Se analizaron los aspectos incluidos en los siguientes informes, los cuales fueron comunicados a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-1138-2023 (22/11/2023).

- Seguridad vial: Diseño geométrico
- Seguridad vial: Sistemas de contención vehicular
- Seguridad vial: Demarcación vial horizontal
- Seguridad vial: Señalización vial vertical
- Movilidad e infraestructura peatonal y ciclista

En el oficio de la Administración DVP 38-2022-0710 (30/11/2022) se da respuesta a las observaciones realizadas por el equipo auditor. De manera posterior, en el oficio EIC-Lanamme-11-2023 (06/01/2023), se brindó respuesta a las observaciones realizadas en el documento DVP 38-2022-0710 (30/11/2022). Este oficio es contestado por la Dirección de Diseño de Vías y Puentes del CONAVI mediante el oficio DVP-38-2023-0040 (25/01/2023) y el documento adjunto DCO-24-2024-0045, donde se anexan los documentos:

- Oficio 0315-MCR-2023E-2023
- Informe CD-ITP-1457-2023-32-C01
- DCO-22-2023-1029, DCO-29-2024-0024
- Oficio 03312-MCR-2023E-2024

Los documentos anexos contienen la respuesta de la Dirección de Contratación de Vías y Puentes de Conavi y de los diseñadores a las observaciones realizadas por esta Unidad de Auditoría Técnica en los oficios EIC-Lanamme-1138-2023 (26/10/2023), EIC-Lanamme-1185-2023 (22/11/2023) y EIC-Lanamme-032-2024 (10/01/2024).

En el oficio DCO-22-2024-0363 (27/05/2024) se adjuntó el compilado del informe de diseño final de forma oficial, por lo que se procedió a la revisión de este y la incorporación en el análisis.



HALLAZGO 2. LA CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE LOS AFOROS, TANTO PARA LA TRONCAL COMO PARA LAS MARGINALES, NO CUMPLE CON LO INDICADO EN EL CARTEL DE LICITACIÓN

En el informe de aforos entregado por la Administración para la revisión realizada por esta Auditoría Técnica, no se presentan aforos con la clasificación vehicular solicitada por los documentos contractuales, ni tampoco de manera consistente (por ejemplo, en las marginales no se clasificaron los vehículos contabilizados).

El oficio EIC-Lanamme-967-2022 (08/11/2022) mencionó que, tanto para la troncal como para las marginales, no se cumple con lo indicado en el cartel de licitación en la sección iii. Tráfico del apartado 4.2.4 Estudios para el diseño de la estructura de pavimento. Específicamente, el cartel de licitación No. 2019LN-000019- 0006000001 solicita lo siguiente: ... *“Los resultados se reportarán en periodos de una hora y por tipo de vehículo (liviano de pasajeros, carga liviana, buses, camiones de dos, tres, cuatro y cinco.”*

La clasificación vehicular del tramo de estudio es un insumo básico para el análisis y diseño de márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular; por lo tanto, es indispensable obtener la clasificación vehicular a partir de conteos, tal y como está establecido en el pliego de condiciones del cartel de licitación.

Por otro lado, se señala la importancia de la calidad de la información base del proyecto, ya que esta repercute en el diseño de diferentes elementos de la vía, tales como los sistemas de contención vehicular y los márgenes de la vía. Por lo que se recomendó a la Administración obtener datos actualizados considerando a todos los usuarios motorizados de la vía, con el fin de poder realizar análisis y diseños adecuados a la naturaleza del presente proyecto.

A lo que la Administración respondió en el oficio DVP-38-2022-0710 (30/11/2022) lo siguiente... *“los aforos y distribución vehicular fueron solicitados para tener uno de los parámetros requeridos en el diseño de la estructura de pavimentos, la forma en que se reportan los datos cumple con lo requerido para este fin. Asimismo, se indica que para el diseño del paquete estructural no se requieren conteos de motos, por lo que no fue solicitado, También se aclara que, de acuerdo a lo indicado en el Manual de SCV Guía para el Análisis y Diseño de Seguridad Vial de márgenes de carreteras, lo requerido para la estimación de niveles de contención de las barreras de la seguridad es el tránsito promedio diario de vehículos pesados, es por ello que, para este aspecto no se considera necesario obtener los datos correspondientes a los usuarios motorizados de la vía”.*

En el oficio EIC-Lanamme-11-2023 (06/01/2023), se señaló que en el informe de aforos mencionado por la Administración y entregado para su revisión por esta Auditoría Técnica, no se presentan aforos con la clasificación vehicular solicitada por los documentos contractuales, ni tampoco de manera consistente ya que en las marginales no se clasificaron los vehículos contabilizados. Por lo tanto, se recomienda a la Administración solicitar al contratista que cumpla con las especificaciones técnicas del pliego de condiciones del cartel de licitación en la sección iii. Tráfico del apartado 4.2.4 Estudios para el diseño de la estructura de pavimento. Esto, dado que es vital que la Administración



cuenta con la información de tránsito vehicular completa y consistente con los registros actuales que se tienen en esta materia, como es el caso del anuario de tránsito de la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. De manera que sea posible comparar y validar los conteos vehiculares que se realicen para proyectos en específico, con los registros existentes disponibles

Es de conocimiento de esta Unidad de Auditoría Técnica y de la USVT que en el diseño del paquete estructural no se requieren conteos de motos, la recomendación realizada va en la línea de generar los insumos necesarios para el análisis y diseño de márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular de una forma integral y apropiada para las necesidades del proyecto.

La Administración respondió a ello en el oficio DVP-38-2023-0040 (13/01/2023) reiterando que el estado de este informe es: "Aprobado", por lo que al nivel de avance en que se encuentra el contrato a la fecha, no es posible realizar dicha solicitud, ni implementar la recomendación.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que la información de tránsito es un insumo básico para el análisis y diseño de márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular, diseños funcionales, diseños geométricos y diseño de pavimentos; por lo tanto, se considera que es necesario contar con esta información lo más detallada posible (como mínimo lo solicitado en el cartel de licitación del proyecto) para garantizar el desarrollo correcto de un proyecto de esta magnitud.

OBSERVACION 3. NO SE EVIDENCIAN AFOROS DE PEATONES NI DE CICLISTAS EN EL TRAMO EVALUADO.

En los documentos analizados no fue posible evidenciar aforos de peatones ni de ciclistas en el tramo evaluado, los cuales son considerados un insumo de suma importancia para generar los estudios integrales de movilidad activa que se requieren en todo proyecto de obra vial, para así poder diseñar facilidades peatonales y ciclistas de acuerdo con las necesidades de movilidad de las personas.

En el oficio EIC-Lanamme-967-2022 (08/11/2022), se recalcó que en los documentos revisados no fue posible evidenciar aforos de peatones ni de ciclistas en el tramo evaluado. Por lo tanto, se recomendó a la Administración realizar aforos de peatones y ciclistas en la zona de influencia del proyecto, así como el estudio de movilidad respectivo, para integrar a todos los usuarios de la vía en los análisis y generar diseños pertinentes. Lo anterior con fundamento en el artículo 6 de la Ley 9976 de Movilidad Peatonal".

También, cabe destacar el artículo 11 de Ley de Movilidad y Seguridad Ciclística n.º 9660 del 2 de abril del 2019, que establece lo siguiente: "A partir de la entrada en vigor de la presente ley, en el trazado o diseño del trayecto de toda obra nueva o de mejoramiento de la red vial deberá analizarse, mediante estudio técnico, la viabilidad de incorporar las intervenciones establecidas en el artículo 9 de la presente ley. Será obligatoria la implementación de infraestructura para medios de transporte de movilidad activa en los



diseños de nueva construcción y ampliación de rutas de acceso restringido según el Reglamento de Rutas de Acceso Restringido”.

Con respecto a este tema la Administración señaló en el oficio DVP-38-2022-0710 (30/11/2022) *que la recomendación señalada por esta Auditoría Técnica es de valor, no obstante, debido a las condiciones de la zona, se ha dificultado tener una condición normal para efectos de los conteos, por lo que se espera poder realizarlo próximamente. Sin embargo, a la fecha de emisión de este informe de auditoría técnica no se evidenció que se haya realizado.*

También se añadió que el proyecto cuenta con facilidades para los ciclistas y peatones como aceras en ambas marginales, de una ciclovía ubicada en la calle marginal norte y un puente peatonal sobre la ruta nacional No.39 que permite la conexión entre los sectores oeste y este de Hatillo 4 a través de Circunvalación.

Por lo que es criterio del equipo auditor que el diseño del proyecto no contó con los estudios integrales de movilidad activa necesarios y que se requieren en todo proyecto de obra vial, para así poder diseñar facilidades peatonales y ciclistas de acuerdo con las necesidades de movilidad de las personas y se recomienda en la medida de lo posible realizar el estudio de movilidad respectivo, para de esta forma establecer las medidas mitigadoras que permitan integrar a todos los usuarios de la vía en los análisis y generar diseños pertinentes.

OBSERVACION 4. NO SE REALIZÓ UN ANÁLISIS DE INGENIERÍA MEDIANTE MODELACIÓN DE DEMANDA DE TRANSPORTE URBANO NI SE HAN PRESENTADO PROYECCIONES DE TRÁNSITO A DIEZ AÑOS COMO BASE PARA ESTIMAR DICHA DEMANDA.

En lo que se refiere a la proyección tránsito del proyecto en el oficio EIC-Lanamme-967-2022 (08/11/2022), se indicó que no se pudo observar las proyecciones a diez años como base para el diseño, como se recomienda para proyectos de estas características. Además, se omite la valoración de los conteos disponibles de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, que podrían servir de insumo para validar los flujos vehiculares obtenidos.

Las mencionadas proyecciones son para estimar la demanda de tránsito para una carretera o conjunto de vías, con el fin de utilizarlo como insumo para los estudios y diseños del proyecto, según corresponda. El Manual SIECA 2011 indica que se recomienda adoptar un periodo de proyección de la demanda del tránsito de 20 años, sin embargo, se acepta reducir ese periodo a 10 años en proyectos de reconstrucción o rehabilitación.

Dada la dinámica de flujos de tránsito en la zona de influencia del proyecto, es recomendable realizar un análisis de ingeniería mediante modelación de demanda de transporte urbano, que permita reducir la incertidumbre de la estimación de los viajes reales que pasarán por la zona del proyecto; y así, optimizar los análisis funcionales, diseño geométrico, análisis de seguridad vial, diseño estructural del paso a desnivel y diseño de pavimentos, que dependen de la estimación de los flujos vehiculares del proyecto.



La Dirección de Diseño de Vías y Puentes del CONAVI, comunicó en el oficio DVP-38-2022-0710 (30/11/2022) que desconoce de la existencia de información por parte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito.

Con respecto al tema de la recomendación sobre la modelación de transporte, la Administración mencionó que, para este proyecto, de realizarse este tipo de modelación se encarecería el mismo y no aportaría más información para variar el tránsito, ya que el flujo que transita por la vía no será modificado, sino únicamente la configuración geométrica de la ruta.

Adicionalmente, sobre las proyecciones y modelaciones recomendadas es importante mencionar que cualquier proyecto de infraestructura vial debe abordarse de manera integral, considerando a todos los usuarios de la vía y sus implicaciones. Por esto, es importante que el diseño propuesto en el nuevo paso a desnivel en Hatillo 4 sea sometido a análisis de tránsito, realizando modelaciones a nivel macroscópico y microscópico con diversos escenarios, con sus respectivas valoraciones socioeconómicas para determinar la mejor opción posible considerando las externalidades negativas y beneficios de cada una.

Es de conocimiento de esta Auditoría Técnica que existe una limitante presupuestaria en los proyectos de obra pública, sin embargo, no realizar estos análisis podrían generar aumentos en el costo del proyecto y externalidades negativas no cuantificadas para el país. Por esta razón, se reitera la recomendación de realizar análisis de ingeniería mediante modelación de demanda de transporte urbano considerando a todos los usuarios de la vía y al transporte público, así como estudios funcionales de tránsito a nivel microscópico, que permitan optimizar los diseños de futuros proyectos a cargo de esta dependencia.

La Administración aclaró en el oficio DVP-38-2023-0040 (13/01/2023) que, este trabajo no forma parte de los entregables definidos para esta licitación, por lo que no es posible solicitarlo en esta oportunidad. Sí mencionó que la recomendación será trasladada al contratista para que la solicite a la Dirección General de Ingeniería de Tránsito para su conocimiento, siendo esta dependencia la autora del documento “Análisis Funcional de los Hatillos y la Ruta Nacional N°39” de donde se desprende la propuesta de intervención a realizar en el sector de Hatillo 4.

En términos generales, la Dirección de Diseño de Vías y Puentes del CONAVI alude de forma recurrente, como respuesta a las observaciones realizadas por esta Auditoría Técnica, que en cuanto a los temas relacionados a documentos entregados por el contratista, o faltante de estos en el informe I correspondiente a los estudios básicos, estos documentos han sido revisados y validados por la Unidad Ejecutora San José-San Ramón y la Unidad Ejecutora Puente Binacional Río Sixaola, por lo que son desconocidos por esta Dirección.

Sin embargo, es criterio de esta Auditoría Técnica, que, en virtud de la mejora continua y la eficiencia en el uso de los recursos públicos, los aspectos técnicos señalados son de suma importancia en el desarrollo de un proyecto vial, por lo que deben ser atendidas para garantizar el desempeño adecuado de este proyecto o ser consideradas como lecciones aprendidas para el desarrollo y ejecución de futuros proyectos de carácter similar.



OBSERVACION 5. SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL INFORME DE DISEÑO VIAL Y PLANOS PRESENTADOS EN EL INFORME DE AVANCE 3 DEL PROYECTO DEL PASO A DESNIVEL SOBRE RUTA NACIONAL 39 EN HATILLO 4

Se identificaron oportunidades de mejora en el informe de diseño vial y los planos finales del proyecto del Paso a Desnivel sobre Ruta Nacional 39 en Hatillo 4, específicamente relacionadas con aspectos cruciales de seguridad vial y movilidad segura.

1. Sobre el diseño geométrico

En cuanto al diseño geométrico se realizaron las siguientes observaciones:

La velocidad reglamentaria y velocidad de diseño: Se evidenciaron discrepancias en las velocidades de diseño y reglamentarias para el proyecto del Paso a Desnivel sobre Ruta Nacional 39 en Hatillo 4. Las velocidades propuestas no cumplen con los términos contractuales, especialmente la velocidad de diseño de 20 km/h para la rotonda, que contradice la ley que establece un límite de 30 km/h. También se destacó la falta de respaldo en un estudio de velocidades.

Carril de cambio de velocidad: Se evidenció que no se han atendido las observaciones realizadas en cuanto al carril de cambio de velocidad, en la conexión entre las marginales y el tronco principal de la Ruta Nacional 39. En el diseño se propone una entrada directa desde la calle marginal sur con una transición de aproximadamente 25 m, considerada insuficiente. Además, el uso de la marginal como carril de aceleración genera conflictos y riesgos de colisiones debido a la limitada visibilidad en la maniobra de ceda propuesta, agravada por la presencia de una barrera de concreto, por lo que se recomendó a la Administración valorar el diseño de un carril de aceleración considerando las velocidades de operación obtenidas de un estudio técnico y de las características de la vía. No se identificó en el informe de diseño geométrico presentado por la Administración una justificación técnica para definir la geometría propuesta de entrada directa a la Ruta Nacional 39 desde la vía marginal sur, en cuanto a la falta de visibilidad y la ausencia de una transición adecuada para realizar la maniobra de ceda, siguiendo los lineamientos del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

Sección transversal: En la revisión de los planos y diseños actualizados del proyecto en Hatillo 4, se destaca la falta de cumplimiento de los anchos de carril y espaldón según las normativas del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011). Las secciones típicas del viaducto y la Ruta Nacional 39 presentan diferencias respecto a los anchos especificados. Los espaldones propuestos son limitados, incumpliendo la clasificación de una vía arterial urbana, dado el elevado flujo vehicular y la presencia de seis carriles de circulación. Es transcendental señalar la importancia de los espaldones como medidas de seguridad vial, un espaldón externo de 0,6 m se considera insuficiente, lo que podría aumentar el riesgo de accidentes al no permitir el estacionamiento seguro de vehículos con problemas mecánicos. Sin embargo, dada la limitante de área disponible no se realizó recomendaciones al respecto.

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 36 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------



Alineamiento horizontal: Como parte de la evaluación realizada, se revisaron los diagramas de peralte en el Eje de Circunvalación, se encontró que la longitud de transición (LS) y la distancia de bombeo (DB) empleadas en el diseño no cumplen con los mínimos recomendados por el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011), como se especifica en el cartel de licitación. La falta de cumplimiento de estos valores indica un riesgo para la circulación segura y gradual en la curva simple del Eje Circunvalación. Sin embargo, dada la limitante de área disponible no se realizó recomendaciones al respecto.

En el oficio DVP-38-2023-586 (13/12/2023) la Administración presentó los argumentos, de manera detallada, sobre las características geométricas y las restricciones del trazado en diferentes tramos, como el eje de Circunvalación, las marginales Norte y Sur, y una rotonda, que justifica la discrepancia entre la velocidad de diseño y la reglamentaria que se ha identificado en el proyecto.

Eje de Circunvalación: Se destacó que el trazado del eje de Circunvalación no podía ser modificado según los requisitos establecidos en el documento de requerimientos. La velocidad de diseño se fijó en 80 km/h debido a la imposibilidad de alterar el radio de la curva horizontal, lo que se refleja en las características geométricas del tramo.

Marginales Norte y Sur: Se mencionó que las restricciones específicas en algunos sectores, debido a limitaciones de espacio o consideraciones de seguridad. Estas restricciones influyen en la velocidad de diseño y reglamentaria para garantizar la adecuación del trazado a las condiciones del entorno.

Rotonda: Se detallaron los parámetros del alineamiento horizontal y vertical de la rotonda, indicando que se cumplen con las especificaciones de diseño para garantizar la seguridad y fluidez del tráfico en este punto de la infraestructura vial.

En el oficio DCO 24-2024-0045 (24/01/2024), se adjuntó, como anexo, el documento CD-ITP-1457-2023-32-C01 (13/12/2023) donde el diseñador geométrico del proyecto se refirió a las observaciones realizadas en el oficio EIC-Lanamme-1138-2023 (22/11/2023).

Con respecto a este tema se mencionó que: ... *El definir la velocidad en una rotonda no es un tema antojadizo, sino que depende del espacio físico disponible para su construcción y operación. En este caso, la rotonda en su carril “más obligado” presenta un radio compatible con una velocidad de 20Kph, haciendo uso de la fórmula física que así lo dispone y que es por todos conocida como fórmula de radio mínimo. No obstante, y a falta de espacio, se proyectó lo que se pudo acomodar en la franja destinada para esta glorieta y está restringida en la glorieta que es una intersección de orden local (para los Hatillos), con el propósito de proveer un poco más de giro, se dejó un espacio previsto para el giro de los vehículos articulados, esa es la razón que explican “las discrepancias”, el cartel puede solicitar algo que materialmente fuese imposible cumplir, como es el caso, no obstante, la rotonda propuesta cumple con los parámetros básicos.*

Ante los argumentos presentados por la Administración en los oficios DVP-38-2023-586 (13/12/2023) y CD-ITP-1457-2023-32-C01 (13/12/2023) sobre las restricciones geométricas que limitan el diseño del proyecto y que, por ende, condicionan la velocidad de



diseño, se recomendó a la Administración implementar medidas para asegurar que la velocidad de operación no supere la velocidad reglamentaria definida en el proyecto, tanto para la troncal como para las vías marginales y el paso a desnivel. Sin embargo, al realizar la revisión del informe final de diseño aprobado y los planos correspondientes, no se evidenciaron cambios o mejoras en esta condición.

2. Sobre los sistemas de contención vehicular

Se evidenció en la documentación suministrada la carencia del diseño de márgenes de carretera y de sistemas de contención vehicular, así como de las memorias de cálculo y certificaciones correspondientes a los dispositivos propuestos. Aunque se mencionan barreras de concreto del tipo New Jersey en los planos de diseño y en las notas, no se incluyen las memorias de cálculo ni certificación de estos sistemas. Tampoco se incluyeron las fichas técnicas, manuales de instalación y detalles adicionales.

No se observó información sobre la colocación de luminarias y su posible impacto en los sistemas de contención vehicular, lo que evidencia la necesidad de aclarar la solución propuesta para la iluminación del proyecto. Se solicitó a la Administración, respetuosamente, los diseños completos, incluyendo parámetros, niveles de contención y certificaciones de los dispositivos de contención vehicular, así como fichas técnicas y manuales de instalación correspondientes.

En el oficio DVP-38-2023-586 (13/12/2023), la Administración argumentó que las consultas relacionadas con los sistemas de contención vehicular serán trasladadas a la Dirección General de Ingeniería de Tránsito para su atención. También mencionó que, para las certificaciones de los dispositivos de contención vehicular, las fichas técnicas y manuales de instalación, son suministrados a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, en la etapa constructiva del proyecto y que con respecto a la iluminación aclaró que este trabajo no forma parte de los entregables definidos para esta licitación, por lo tanto, no es posible brindar la información que se solicita.

Por otra parte, el ingeniero diseñador del proyecto, argumentó en el oficio CD-ITP-1457-2023-32-C01 (13/12/2023) que: *...” Márgenes en la carretera, hombros o espaldones se previeron en la línea principal (Circunvalación), el diseño se ajustó a lo que indicaba el cartel según las secciones típicas que también estaban limitadas al espacio disponible en sitio. En cuanto a las barreras de protección, en la vía de circunvalación se proyectaron barreras New Jersey al centro y en los costados del viaducto como sistemas de contención vehicular, en cuanto a la certificación de los sistemas se les debe solicitar al fabricante. En cuanto al sistema de iluminación, es un tema aparte del diseño geométrico.”*

A raíz de la respuesta de la Administración, con respecto a este tema, es criterio del equipo auditor que, los análisis de márgenes de carretera y el diseño de los sistemas de contención vehicular deben realizarse en apego a lo estipulado en el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde González, 2011). Con lo cual, se hace énfasis que la información obtenida hasta el momento (detalles en planos y comentarios generales en el informe de diseño geométrico) no es una justificación técnica



de las obras propuestas ni permiten evaluar si se han contemplado los criterios y procedimientos correspondientes, desde el punto de vista de la seguridad vial.

En cuanto al tema de iluminación, cabe mencionar que es uno de los elementos básicos a considerar en el diseño y construcción de obras viales, por lo tanto, genera gran preocupación que se indique que no ha sido contemplado dentro del proyecto ni se indiquen las medidas a implementar para solventar tal situación. Desde el punto de vista de la seguridad vial, se ha identificado que el proveer una vía con iluminación está relacionado con una disminución en la ocurrencia de choques viales, principalmente en la noche y bajo condiciones climáticas adversas (AASHTO, 2010). Por otro lado, cuando la vía es compartida por varios usuarios, se obtienen beneficios en cuanto a seguridad ciudadana y seguridad vial de las personas, incluyendo personas usuarias vulnerables, al colocar sistemas de iluminación (Federal Highway Administration, 2022). Se recomendó a la Administración que aún si esto no forma parte del cartel de licitación del proyecto, es importante realizar la gestión y coordinación necesaria con las entidades competentes para garantizar una adecuada instalación de la iluminación en el proyecto.

3. Sobre la señalización vial

En cuanto al tema de señalización vial, se enumeran las observaciones identificadas, tras el análisis de los documentos:

Señalización ciclista: En las láminas de señalización vial del proyecto se observó la propuesta de construcción de una ciclovía bidireccional de 2,2 m de ancho, cumpliendo con el ancho mínimo según la guía MOPT-03-05-01-0917-2019. Se observó la ausencia de elementos de señalización vial en los planos que regulen las prioridades de paso en las intersecciones con otros usuarios de la vía. En cuanto al diseño de la infraestructura ciclista, se destacó la falta de un diseño integral que cumpla con las disposiciones de la guía MOPT-03-05-01-0917-2019, incluyendo detalles sobre el diseño geométrico, dispositivos de seguridad, demarcación horizontal y señales verticales.

Señalización vial horizontal y vertical: Se observó omisiones a las disposiciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA, 2014) en la planta de señalización, según los planos de diseño de mayo de 2023. Entre las deficiencias identificadas se encuentran:

- Detalles incompletos de la demarcación horizontal, sin incluir todos los letreros indicados ni detalles de la demarcación lineal.
- La demarcación de línea de borde propuesta en la rotonda no cumple con los lineamientos del Manual SIECA 2014 al proponer una línea discontinua blanca en los bordes de la vía.
- Falta de línea discontinua blanca corta en el acceso a la Ruta Nacional 39 desde la calle marginal sur.
- Ausencia de detalles de pasos peatonales en todas las calles que intersecan las marginales.



- Falta de especificaciones y diagramas para la colocación de captaluces siguiendo los criterios del Manual SIECA 2014 y el documento MOPT-03-05-02-0001-2016: Guía para la colocación de captaluces.
- Diseños de islas de canalización, líneas de separación de carriles y líneas de borde que no cumplen con los lineamientos del Manual SIECA 2014, se recomendó incluir cotas para aclarar el diseño propuesto.
- Errores de diseño vial, como mantener la línea continua amarilla de centro en intersecciones en las que se permiten todos los giros posibles.
- La señal vertical P-9-10 indicada en los planos no se ajusta a las especificaciones del catálogo de señales del Manual SIECA 2014. Se sugirió revisar las señales ID-3-23 para brindar información clara y correcta, considerando la geometría de la vía y los posibles destinos.

En el oficio DVP-38-2023-586 (13/12/2023), la Administración indicó que este apartado es competencia de la DGIT, por lo tanto, se está a la espera de la respuesta de esta dependencia para su traslado. A la fecha de elaboración de este informe no se presentó la información de la DGIT a esta auditoría técnica.

Por otro lado, en el oficio CD-ITP-1457-2023-32-C01 (13/12/2023), el diseñador argumentó que: *“Todo el sistema de señalización vial horizontal y vertical, fue revisado y chequeado por la Dirección General de Ingeniería y Tránsito del MOPT ente que está debidamente autorizado, como ente rector en materia del señalamiento vial horizontal y vertical de las carreteras, de hecho, se hicieron varios cambios en el proceso de revisión. No se harán más comentarios al respecto.”*

4. Sobre la movilidad segura

Con base en la información recibida hasta la elaboración del presente informe, se plantean consideraciones relacionadas con la movilidad segura de peatones y ciclistas, las cuales se hacen de conocimiento de la Administración, ya que actualmente, no se observan facilidades peatonales en el paso a desnivel ni en otros puntos de las marginales para la movilidad entre Hatillo 4 y Hatillo 5. También se solicitó una explicación técnica que respalde la decisión de construir solo una ciclovia bidireccional en sentido este-oeste sobre la calle marginal norte. Es necesario evaluar si esta única ciclovia aborda de manera adecuada todas las necesidades de movilidad ciclista en la zona.

Es criterio de esta auditoría técnica que debido a la importancia del tema en el desarrollo integral de los proyectos de obra vial recomendar para futuros proyectos considerar necesidades de movilidad ciclista.

El diseñador del proyecto señaló en el oficio CD-ITP-1457-2023-32-C01 (13/12/2023) que este tipo de estudio no es parte del cartel de licitación y no tiene relación con la parte de diseño geométrico. En el cartel se definió la construcción de una ciclovia.

La Administración indicó en el oficio DVP-38-2023-586 (13/12/2024) que con respecto a la elaboración de un estudio integral de movilidad que abarque todos los usuarios de la vía,



este estudio no forma parte de los entregables de esta Contratación, por lo cual no es posible solicitarlo al contratista. Sin embargo, se elaboraron conteos en 8 intersecciones, que concluyen una presencia reducida de peatones y ciclistas. No obstante, se consideró importante conservar la continuidad de la ciclovía ubicada en la marginal norte, con el propósito de no interrumpirla en ese sector del proyecto. En la marginal sur, además de no existir una ciclovía en la actualidad no se determinó su necesidad por cuanto no se detectaron ciclistas durante los conteos.

Sobre las medidas para salvaguardar la integridad de los peatones, la Administración indicó en este oficio que, las marginales poseen aceras con guías táctiles, rampas peatonales en las esquinas, además de incluir áreas de pasos peatonales con líneas paralelas continuas, de conformidad con el flujo peatonal esperado. También, cerca del inicio y final del proyecto, existen puentes peatonales para la conexión entre las marginales norte y sur.

Es criterio del equipo auditor que, al no contar con un estudio de movilidad peatonal, no se tiene los insumos necesarios para determinar si las obras del proyecto atienden las necesidades de movilidad de las personas usuarias, y así, cumplir con el objeto de la Ley 9976 de Movilidad Peatonal y de la Ley 9660 de Movilidad y Seguridad Ciclística. Con respecto a los conteos presentados en el oficio DVP-38-2023-586 (13/12/2023), cabe indicar que, estos conteos se realizaron fuera de los periodos pico de mayor volumen de peatones y ciclistas, por lo tanto, no se puede garantizar que reflejan las condiciones de tránsito recomendadas para un análisis de movilidad.

Además, no se indica la fecha en que se realizaron los conteos, por lo que no se puede evaluar su certeza para efectos de un estudio de movilidad.

Es criterio de esta auditoría técnica que dado lo anterior, no se cuenta con suficientes argumentos para afirmar que las obras diseñadas y a construir, atienden las necesidades de movilidad de las personas usuarias, principalmente de las más vulnerables. Por lo tanto, se recomienda a la Administración incluir este tipo de estudios en futuras contrataciones en aras de brindarle el mejor servicio posible a la ciudadanía para garantizar que se cuente con infraestructura con los más altos estándares de calidad y de seguridad vial contemplando a todas las personas usuarias.

D. SOBRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

La evaluación consistió en verificar que el diseño del pavimento del proyecto cumple con la normativa vigente, así como verificar que los supuestos de diseño se encuentran debidamente justificados desde el punto de vista técnico y contractual. Con el objetivo de realizar consultas relacionadas con el contenido del informe de diseño de pavimentos, se emitió la nota informe EIC-Lanamme-108-2023 (23/02/2023), recibiendo respuesta mediante el oficio DVP 23-20223-0128 (7/03/2023), y como documento adjunto el oficio CD-ITP-256-2023-32-C01 (6/03/2023) con la respuesta del diseñador. Posteriormente, el 15 de marzo de 2023 el equipo auditor comunicó a la Administración mediante la nota informe EIC-Lanamme-180-2023 las observaciones finales al diseño de pavimentos. La Administración brindó respuesta mediante el oficio DVP-23-2023-0164 (27/03/2023),



indicando que a su criterio el documento de diseño cumple con los requerimientos del proyecto. Se detalla a continuación el resultado del análisis realizado tomando en consideración las respuestas recibidas a la nota informe elaborada por el equipo auditor.

HALLAZGO 3. EL ANÁLISIS DE TRÁNSITO NO CUMPLE CON LA TOTALIDAD DE LAS DISPOSICIONES CONTRACTUALES.

En este apartado se muestra el cálculo de TPD, el cuál según se indica fue información suministrada por la empresa consultora Namú Ingeniería, quien brindó como información base el estudio “Informe de Aforos Vehiculares Hatillo 4” de 2021, y fue complementado con información de los anuarios de tránsito de 2017 y un conteo en la marginal norte en junio de 2022.

El informe muestra el procedimiento y resultados de TPD obtenidos para la vía principal (Ruta Nacional 39), rampas, rotondas y vías marginales. También se indica que debido a trabajos de mejoramiento del acueducto en la marginal sur, no fue posible realizar conteos en esta sección del proyecto, motivo por el cual se asumió una distribución porcentual de vehículos con las mismas características encontradas en el conteo de la marginal norte, lo anterior bajo la justificación de que existe gran similitud en cuanto al funcionamiento de ambas vías dentro del proyecto.

Pese a ello en la página 11 se muestran resultados de TPD de la marginal norte y la marginal sur con diferentes magnitudes, ante esta observación el diseñador aclaró al equipo auditor que el conteo de las marginales en 2021 no reportó la distribución porcentual vehicular, motivo por el cual se realizó un conteo en 2022 en las marginales, pero que solo fue posible realizarlo en la marginal norte, y se asumió la misma distribución en la marginal sur, incumpliendo los requisitos del cartel de licitación al no reportar estos valores en los conteos realizados en campo.

El informe realiza una descripción de las fuentes utilizadas para el cálculo de tasas de crecimiento vehicular empleadas en las proyecciones de tránsito, así como la composición vehicular del proyecto, en donde se reitera que se aplicó la composición obtenida en el conteo de la marginal norte a la marginal sur.

Seguidamente se muestran los factores camión utilizados, indicando como fuente de consulta la encuesta de carga de Lanamme con datos entre 2007 y 2017, el factor carril utilizado y el factor sentido aplicado a las diferentes secciones por diseñar. Se destaca que a la sección de rotondas y rampas se aplica un factor sentido de 0,5 pese a que en una rotonda solo existe un sentido de flujo, motivo por el cual es criterio del equipo auditor que no se presenta una justificación apropiada para la asignación de este valor en específico. Se expone a continuación los valores mostrados en el informe de pavimentos.



Figura 4. Cálculo de ejes equivalentes en el informe de avance No.2.

Cuadro 5: Ejes equivalentes de diseño ESAL's N _{diseño} – Eje principal – Rampas y marginales					
Sección	Año Base	F. carril	F. sentido	Periodo de diseño	ESAL's Diseño
Eje Principal	2022	0,70	0,50	15 años	24.863.123
Rampas y rotonda	2022	0,90	0,50	15 años	7.736.203
Marginal norte	2022	1,00	0,50	15 años	7.730.387
Marginal sur	2022	1,00	0,50	15 años	929.678

Fuente: CONAVI,2021

Mediante la respuesta recibida en el oficio CD-ITP-256-2023-32-C01 (13/12/2023) el diseñador indicó que *el TPD de diseño de las rampas y rotondas corresponde a la sumatoria del TPD de las marginales norte y sur, considerando que sobre estas rutas alternas fluiría la totalidad del tránsito que circula en las actuales marginales. Además, se asumió que el 50 % de las marginales tomaría la rampa y la porción de la rotonda en el sentido Alajuelita - Hatillo 6, y el otro 50 % la rampa y la rotonda en el sentido Hatillo 6 – Alajuelita.* La respuesta no es de recibo, ya que el supuesto principal planteado por el diseñador es que el TPD en el área de rotonda corresponde al 100 % de la suma entre ambas marginales, y dado que el TPD de la marginal norte es ocho veces superior al de la marginal sur el supuesto de un 50 % en cada dirección no se cumpliría.

Por lo que es criterio de esta auditoría técnica que existe incertidumbre en el cálculo de ESALs de diseño en la rotonda y marginal sur y se recomendó verificar que la información de tránsito y variables de cálculo de ESALs cumplan con las disposiciones contractuales previo a aprobar el informe.



E. SOBRE ASPECTOS TOPOGRÁFICOS

Con el apoyo de la Escuela de Ingeniería de Topografía de la UCR se analizó la información topográfica de los documentos contractuales. Producto de esta revisión se tiene el documento *Hallazgos y observaciones al cartel: Proyecto Paso a Desnivel ubicado en la Intersección de la Ruta de Travesía No.10124 con la Ruta Nacional No.39 (Hatillos 4 y 6)*. Esta información se comunicó a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-928-2022 (31/10/2022). Posteriormente, la Administración respondió a este oficio con el documento DVP 27-2022-0651 (10/11/2022).

A esta respuesta se envió el oficio EIC-Lanamme-1100-2022 (09/11/2022) con las observaciones relacionadas con el documento DVP 27-2022-0651 (10/11/2022). La Administración se manifestó con relación a esas observaciones en el oficio DVP 38-2023-18 (13/01/2023). También se recibió el oficio DVP-27-2023-0066 (08/02/2023) con información pendiente solicitada en el oficio EIC-Lanamme-928-2022 (31/10/2022).

A continuación, se resumen las principales observaciones realizadas por la Escuela de Ingeniería Topográfica y comunicadas a la Administración.

OBSERVACION 6. SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN MATERIA DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA EN LA INFORMACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

En cuanto al mejoramiento de las buenas prácticas en ingeniería topográfica, en el oficio EIC-Lanamme-928-2022 (31/10/2022) se mencionan requerimientos de calidad, y por lo tanto es recomendable que se repliquen en proyectos similares. Adicionalmente, se recomendó que las buenas prácticas detectadas como, la solicitud de información de procedimientos, memorias de cálculo y metodologías entre otros, se indique en un informe bien estructurado, lo cual aumentaría la calidad de la información y a su vez mejorarían la eficacia y eficiencia en la revisión y la verificación de la información. Una fuente de consulta y ejemplificación de lo dicho anteriormente es el Manual de Carreteras de Chile.

El Cartel de Licitación y la información presentada por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI, presenta oportunidades de mejora o consideraciones adicionales que pueden contribuir a mejorar el diseño del proyecto y por lo tanto el desempeño de este.

Se evidencia que existen deficiencias en lo que se solicita en los carteles de licitación. Entre lo evidenciado por los auditores se resalta:

- No se definen las condiciones y especificaciones técnicas mínimas respecto al equipo por utilizar en trabajos topográficos.
- No existe ninguna parametrización para el levantamiento previo necesario para el diseño.
- No establece una metodología confiable para la aceptación de un trabajo de topografía, así como para la entrega de los datos y metadatos.



- Se solicita un Técnico en Topografía cuando lo que se debería solicitar es un ingeniero: En el documento contractual se solicita en su defecto un técnico en Topografía, pero según la clasificación establecida por el Colegio de Ingenieros topógrafos (CIT), las personas que posean este grado son las que sacaron un diplomado en topografía. En este sentido, se debe solicitar un Ingeniero Topógrafo que posea el grado de Bachillerato o Licenciatura e inscrito al Colegio de Ingenieros Topógrafos.
- Se evidencian errores de concepto que pueden generar confusión. Este tipo de errores se detectaron a lo largo de los documentos revisados y tienen como consecuencia la obtención de productos no acordes con las buenas prácticas o productos alejados de los esperados. A continuación, se mencionan algunos de ellos: falta de estandarización e inconsistencias o errores en las láminas y planos

La Administración respondió que *se han implementado elementos que mejoren el proceso práctico de ejecución y revisión de los insumos entregados por los contratistas. Así mismo, menciona que dicha recomendación representa un aporte valioso que será valorada para su implementación oportuna en las futuras contrataciones en el caso de que corresponda, sin que se aleje de las necesidades y objetivos por cumplir de la Administración, y en concordancia con los manuales con los que se cuentan en este país, como el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020.*

Relativo a la detección de errores de concepto, observado a lo largo de los documentos revisados, estos pueden generar confusión y como consecuencia la obtención de productos no acordes con las buenas prácticas o productos alejados de los esperados. Entre estos errores se puede mencionar un error de concepto en la obtención de la tolerancia para nivelaciones, o las diferencias entre los términos Ajuste, Verificación y Calibración, específicamente:

- La Administración mencionó que el factor de 1,5 utilizado para la obtención de la tolerancia en nivelación de precisión, se basa en contar con un instrumental óptico-mecánico con un estándar. No obstante, este factor no se rige por lo dispuesto en la NTIG_CR01_2016. En el apartado 5.2.2, del informe, plantea la forma correcta y los factores a utilizar para la obtención de la tolerancia, dependiendo del tipo de nivelación y clase a utilizar, así como el tipo de proyectos de ingeniería a los cuales se suele asociar cada factor.
- Las diferencias entre Ajuste, Verificación y Calibración. En los documentos contractuales se solicitan certificados de calibración, para los cuales debe tenerse en cuenta que deben ser brindados por laboratorios certificados y aprobados por el Ente de Acreditación Costarricense (ECA), y adscrito al Laboratorio Costarricense de Metrología (LCM). Actualmente en Costa Rica, no existe ningún taller acreditado que brinde este servicio. Estos documentos son necesarios, ya que se solicitan en el pliego de requerimientos, los cuales son de gran relevancia para brindar trazabilidad a la información, así como el aseguramiento de la calidad y la fiabilidad de los datos suministrados.



La Administración señaló que *se tomará en cuenta la recomendación del uso de la Norma Técnica de Información Geográfica de Costa Rica No. NTIG_CR01_2016 para futuras contrataciones, en las cuales, si se pueden modificar los términos de referencia y aplique esta norma, no en el caso del proyecto de Hatillo 4.*

Por otra parte, sobre los certificados de calibración, ajuste o verificación la Administración implementó la consulta a los talleres o laboratorios que brindan este servicio. Los talleres indican que otorgan *certificados de calibración para el buen funcionamiento de los equipos dentro de los parámetros señalados por el fabricante*, sin embargo, es criterio de esta auditoría técnica y tal como se menciona en el oficio No. EIC-Lanamme-1100-2022 (09/11/2022), que en Costa Rica no hay talleres acreditados, sino que realizan únicamente verificaciones.

A lo que la Administración señaló en el oficio DVP-38-2023-0018 (13/01/2023) que se tomará en cuenta la recomendación del cambio de certificados de calibración a certificados de verificación para futuras contrataciones. El equipo auditor considera este señalamiento como valioso, sin embargo, se debe aclarar los errores conceptuales en los documentos contractuales, sino también el alcance de estos, se debe dar hincapié a la importancia no solamente de la verificación periódica, sino también de la calibración de los equipos, ya que, esta es necesaria para garantizar los resultados que estos presentan. Por lo que se recomienda a la Administración incorporar este tipo de solicitudes en los documentos contractuales para poder crear la necesidad y la demanda a nivel nacional y que sea una realidad en futuras contrataciones.

Respecto a los usos incorrectos en el dibujo de las láminas 1,2 y 3 del proyecto, tales como el uso incorrecto del norte, falta de información y de unificación de formato en las láminas, en el oficio DVP-38-2023-0018 (13/01/2023) la Administración señaló que las láminas mencionadas fueron aprobadas en el Informe de Avance No. 1 correspondiente a los estudios básicos previamente ha sido revisado y validado por la Unidad Ejecutora San José-San Ramón y la Unidad Ejecutora Puente Binacional Río Sixaola, debido a esto no será atendido todo lo señalado respecto a revisiones realizadas por dichas Unidades.

Es criterio de esta Auditoría que aspectos de este tipo son importantes de considerar a la hora de hacer la revisión y aceptación de los Informes de Avance, ya que, son la base para realizar el proyecto y deben realizarse de forma correcta sin que haya riesgo de errores de lectura o malas interpretaciones.

En lo referente a la solicitud de una fecha específica para el establecimiento de una época de referencia en los contratos, en el oficio EIC-Lanamme-1100-2022 (09/11/2022) se recalcó que en los decretos ejecutivos y directrices del Registro Nacional relacionadas con el Sistema de Referencia de Costa Rica, se indica la época a la cual deben de ser reducidas todas las observaciones de trabajos de índole similar a la de este proyecto, la cual es la época 2019.24, la cual se transforma a partir de la época oficial 2014.59 del datum CRSIRGAS, por lo que se reitera la importancia de contar con esta información, al contarse con documentación oficial que indica la época y la forma en que deben realizarse la transformación entre épocas de ser necesario.



Con relación a este tema la Administración indicó que se realizó la consulta al jefe del Departamento de Geodinámica del IGN y menciona que:

“...esta es la práctica plenamente válida y recomendada ya que es consistente con el ITRF definido o actualizado semanalmente en sus parámetros a los satélites y las estaciones GNSS, en nuestro caso las estaciones que forman parte de la red SIRGAS-CON de las cuales contamos con sus soluciones semanales.” (la cursiva no corresponde al original)

Por lo anterior, la Administración indicó que se ha continuado con la práctica de esta metodología, tomando en cuenta que cuando se incluyen dentro de las contrataciones actividades meramente catastrales se le solicita a los contratistas presentar una dualidad de documentación en la época de medición y la solicitada por el Catastro Nacional, con el fin de contar con insumos aptos para las etapas catastrales y obtener planos catastrados con la legislación vigente, sin que esto genere un incumplimiento a la misma.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que, en general, los proyectos del CONAVI son proyectos que tiene una duración superior a 12 meses y recordando que Costa Rica es un país con alta sismicidad, por lo que se mantiene la recomendación de trabajar con la información que da la red de SIRGAS-CON, y considerar los errores que podrían tener debido a condiciones de trabajo, equipos y procedimientos utilizados. El documento que se presentó como parte de los Anexos del oficio DVP-38-2023-0018 (13/01/2023), emitido el 15 de abril de 2020, a la fecha han transcurrido aproximadamente 33 meses desde que se dio dicho criterio técnico y ya se ha dado el cambio de época e ITRF para Costa Rica.

En general se evidenció en el Cartel de Licitación errores de concepto o falta de claridad, deficiencias en la información solicitada, desactualización en algunos de los requisitos, errores o defectos en las láminas. Por lo que se recomienda implementar consideraciones adicionales que pueden contribuir a mejorar el diseño y por lo tanto el desempeño del proyecto en cuestión e incorporar las observaciones realizadas por la EIT en futuros carteles de licitación de forma que se fortalezca los datos e información en la etapa preliminar y que serán utilizadas para los diseños finales de un proyecto.

Posterior a las observaciones realizadas por el equipo auditor, la Administración indicó mediante el oficio de descargo del informe preliminar que, para futuras contrataciones, especificarían en los términos de referencia el uso de coordenadas SIRGAS para la semana GPS correspondiente a la época 2019.24 dadas por el IGN y su posterior transformación a la época oficial 2014.59, para el caso de que no existan los mojones suministrados por la Administración y se deba georeferencias planimétricamente

F. SOBRE DISEÑO ESTRUCTURAL

A continuación, se resumen las principales observaciones realizadas por el Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR (PIE) a la memoria de cálculo estructural del proyecto de Diseño y construcción del intercambio en Hatillo 4“, en el Informe de Avance 3. Estas observaciones se comunicaron a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-1185-2023 (22/11/2023).



El PIE, para realizar esta evaluación, utilizó tres listas de verificación, la primera de ellas requerimientos del cartel de licitación, la segunda corresponde a diseño estructural para cargas no sísmicas y la tercera para cargas de sismo.

Según lo establecido en el cartel de licitación, el informe de avance n.º 3 debía incluir el diseño estructural del Paso a desnivel, el diseño geométrico final y la elaboración de los planos constructivos y de las especificaciones técnicas. Adicionalmente, en la sección 4.4.1 del capítulo II del cartel, se establece una serie de requerimientos específicos para las memorias de cálculo estructurales (CONAVI, 2019), los cuales se tomaron en cuenta para la revisión realizada en este informe.

Como normativa de acatamiento obligatorio el cartel de licitación establece:

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 8th Edition (AASHTO, 2017)
- Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013)

Cabe destacar que el alcance de la revisión que realizó el PIE a la calidad de las memorias de cálculo consiste en evaluar comparando cualitativamente dicho documento con una serie de criterios generados por este programa. Estos criterios consideran: la conformidad de las memorias de cálculo con la normativa vigente, la revisión en la memoria de cálculo de todos los estados límites aplicables, la claridad en la presentación de los cálculos y las suposiciones realizadas en la evaluación estructural, la utilización de datos obtenidos en sitio y la concordancia entre los datos de capacidad y demanda indicados en los informes y los resultados que se obtienen en la memoria de cálculo. La revisión de la memoria de cálculo no es una réplica de los cálculos realizados por el contratista. Sin embargo, sí se revisa que el contratista muestre los pasos necesarios de cálculo para obtener los resultados a partir de los datos de entrada.

HALLAZGO 4. SE EVIDENCIAN OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL EN CUANTO A CONTENIDO Y CONGRUENCIA CON PLANOS CONSTRUCTIVOS

Respecto a la revisión realizada al cartel de licitación, el PIE identificó en la memoria de cálculo un cumplimiento con los requerimientos generales del 78,11 %. Se incumplió con el apartado 4.4.1. ii del cartel de licitación en los siguientes aspectos:

- No se observó una revisión de las vibraciones en la superestructura. Tampoco se adjunta la justificación respectiva.
- Para el diseño de bloques sísmicos no se mostraron diagramas con las dimensiones propuestas.
- La información presentada no siguió un orden lógico según el flujo de cargas.
- No se identifica en el cálculo de pilas, viga cabezal, bastiones y cimentaciones la referencia a artículos de la norma.

La revisión de cargas no sísmicas tiene un porcentaje de cumplimiento del 74,3 % respecto a la norma AASHTO A5.3. En esta revisión se identificaron diferencias entre planos y memoria de cálculo, incluyendo que la barrera vehicular tipo New Jersey parte del uso de



varillas #3 pese a que en planos se indica varilla #4. De acuerdo con el PIE la siguiente información no se encuentra incluida en la memoria de cálculo:

- Cálculo de empalmes por traslape y longitud de desarrollo según los artículos 5.10.8.1, 5.10.8.2 y 5.10.8.4 de AASHTO LRFD. No se identificaron incumplimientos en este rubro, pero esto no exime de su inclusión en la memoria de cálculo.
- Aplicación de factores modificadores de carga por ductilidad según se define en los artículos 1.3.3, 1.3.4 y 1.3.5 de AASHTO LRFD. Podría conllevar un aumento de hasta 15 % en la magnitud de la demanda.
- Revisión del espesor mínimo del tablero según 9.7.1.1 de AASHTO LRFD. No se identificaron incumplimientos en este rubro, pero esto no exime de su inclusión en la memoria de cálculo.
- Revisión del espaciamiento del acero de refuerzo en tablero de superestructura 5.6.7 de AASHTO LRFD.
- Revisión a cortante del tablero 5.7.2 de AASHTO LRFD.
- Espesores mínimos de ala superior y alas de vigas de la superestructura 5.12.2.3.2 y 5.12.3.5.1 de AASHTO LRFD. No se identificaron incumplimientos en este rubro, pero esto no exime de su inclusión en la memoria de cálculo.
- Cálculo de carga por efectos de frenado 3.6.4 de AASHTO LRFD.
- Cálculo de tensión adicional por fuerza cortante según 5.7.3.5 de AASHTO LRFD.
- Longitud de desarrollo en tendones de pre esfuerzo 5.9.4.3 de AASHTO LRFD.
- Límites de espaciamiento de acero de refuerzo en vigas principales 5.10.3.1 y 5.10.3.2, así como las columnas 5.6.4.2 de AASHTO LRFD.
- No se incluyen las reacciones por carga de viento.
- Efectos de fuerzas inducidas por cambios de temperatura 3.12.2 y 3.12.3 de AASHTO LRFD.
- Forma de cálculo de diagrama de interacción de pilas y pilotes.
- Capacidad de pilas y pilotes por flexión biaxial 5.6.4.5 de AASHTO LRFD.
- Efectos de esbeltez de las pilas 4.5.3.2.2 y 5.6.4.3 de AASHTO LRFD.
- Cálculos de transferencia de fuerza cortante en el plano de contacto entre la columna y la viga cabezal según 5.7.4 de AASHTO LRFD y entre bastión y cimentación según 5.12.8.8 y 5.7.4 de AASHTO LRFD.
- Revisión límite de acero de refuerzo longitudinal en elementos de pilotes según 5.6.4.2 de AASHTO LRFD.
- Revisión de resistencia factorizada en apoyos según 5.6.5 de AASHTO LRFD.
- Espaciamiento y área de refuerzo transversal en pilotes según 5.6.4.6 y 5.12.9 de AASHTO LRFD.

La revisión del diseño sismorresistente tiene un cumplimiento del 74 %. De acuerdo con el PIE la siguiente información no se encuentra incluida en la memoria de cálculo:

- No se justifica la clasificación de estructura esencial.
- No se determinaron los desplazamientos inelásticos, como se solicita según AASHTO LRFD sección 4.7.4.5.
- No se adjuntó revisión de área mínima y máxima de acero longitudinal en la columna según 5.11.4.1.1 de AASHTO LRFD. No se identificaron incumplimientos en este rubro, pero esto no exime de su inclusión en la memoria de cálculo.



- No se incluye revisión de requisitos de detallado de refuerzo transversal en columnas en la región de rótula plástica según 5.11.4.1.4 y 5.11.4.1.5 de AASHTO LRFD.
- Revisión de cálculos del nudo entre el apoyo fijo y las pilas según 5.11.4.3 de AASHTO LRFD.
- No se adjuntaron cálculos de apoyos fijos según 14.6.5.3 de AASHTO LRFD.
- No se adjuntó revisión de anclajes según 14.7.5.3 de AASHTO LRFD.

Como evaluación general el PIE determinó que la memoria de cálculo cumple en un 76,5 % con los requerimientos del cartel de licitación y normativa vigente.

A continuación, se resumen observaciones que se clasificaron como de atención inmediata:

- La viga cabezal de las pilas mostradas en planos no incluyen 6 varillas #4 consideradas en el diseño para el momento negativo.
- La losa de fundación en pilas de acuerdo con planos lleva un refuerzo de varilla #6 a cada 12,5 cm mientras que en planos se detalla un espaciado de 25 cm.
- En planos se solicita un recubrimiento de 5cm mientras que en la memoria de cálculo de 4 cm. Esta modificación incide en la capacidad a flexión del elemento.
- No se identificó evidencia de haber considerado efectos del impacto vehicular en la subestructura según el artículo 3.6.5 AASHTO LRFD.
- No se adjuntó la revisión de requerimientos de capacidad $P-\Delta$ considerando los desplazamientos inelásticos de la estructura, como se solicita según AASHTO LRFD sección 4.7.4.5.
- El espaciado del refuerzo superior e inferior de las columnas de las pilas (150 mm) en zonas de rótulas plásticas supera el espaciado máximo permitido por el artículo 5.11.4.1.5 de AASHTO LRFD.
- En cumplimiento del artículo 5.11.4.1.6 de AASHTO LRFD se debe añadir una nota que prohíba empalmes de acero de refuerzo en las regiones de rótula plástica.
- Dentro de la información faltante detallada anteriormente, además se debe solicitar el cálculo con factores de ductilidad, capacidad de tablero a cortante, reacciones globales con cargas de viento, transferencias de fuerza cortante en el plano columna - viga cabezal y bastiones y fundación, cálculos de apoyos fijos y justificar la clasificación de estructura esencial.

La Administración indicó en el oficio DVP-38-2023-0579 (19/12/2023) con respecto a las observaciones del documento EIC-Lanamme-1656-2023 que ... *“se toman las siguientes acciones:*

- *Enviar este documento al Contratista a la brevedad para que tome las acciones correctivas del caso en aras de corregir los hallazgos de atención inmediata.*
- *Incorporar dentro de los criterios de verificación de la información aplicados en esta Dirección, los criterios que correspondan, considerados por el LanammeUCR en el informe EIC-Lanamme- NF-1656-2023 como una opción de mejora.”*

En este documento, la Administración, brindó respuesta punto por punto los comentarios del informe supra citado. Esta información fue trasladada al PIE para su correspondiente

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 50 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------



análisis. Y como parte del proceso de auditoría técnica se solicitó a través del oficio EIC-Lanamme-032-2024 (10/01/2024) a la Administración la respuesta y observaciones del Contratista al respecto.

Mediante el memorando EIC-Lanamme-187-2024, el PIE, dio respuesta a los comentarios otorgados por parte de la Administración en el oficio DVP-38-2023-0579 (19/12/2023), así como por parte del Contratista en el oficio DCO 24-2024-0045 (24/01/2024), en relación con los hallazgos de atención inmediata e información faltante, producto de la revisión documental realizada a la memoria de cálculo estructural del proyecto del nuevo paso a desnivel de Hatillo 4. Este documento se comunicó a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-032-2024 (10/01/2024).

En el documento EIC-Lanamme-187-2024, se desglosa de manera puntual una cita textual de los hallazgos u observaciones, el comentario brindado por la Administración en el oficio DVP-38-2023-0579 (19/12/2023), seguido del comentario dado por el Contratista en el oficio DCO 24-2024-0045 (23/01/2024) y, por último, para cada una de estas, se incluyó la respuesta del LanammeUCR.

Los principales temas tratados y el criterio del equipo auditor correspondiente se enumeran a continuación:

- Inconsistencias entre planos estructurales y memoria de cálculo: Se detectaron discrepancias en la especificación de recubrimientos, refuerzos y otros detalles entre los planos y la documentación de cálculo estructural. *Se hizo hincapié en la necesidad de corrección y verificación por parte del responsable del diseño.*
- Falta de consideración de efectos por impacto vehicular en la subestructura: No se evidenció la consideración de los efectos por impacto vehicular en la subestructura, lo cual es requerido por la normativa. Por lo que el PIE recomendó su inclusión para mitigar riesgos.
- Ausencia de revisión de requerimientos de capacidad $P-\Delta$: No se adjuntó la revisión de requerimientos de capacidad $P-\Delta$, como lo solicita la normativa. Además, el PIE sugirió en su informe la realización o justificación por parte del diseñador.
- Incumplimiento de especificaciones de refuerzo transversal en columnas: Se encontró un espaciamiento de refuerzo transversal en columnas que excede lo permitido por la normativa. Por lo que el PIE recomendó corregir este aspecto para garantizar la seguridad estructural.
- Falta de notas específicas en planos constructivos: Se observó la ausencia de notas en los planos que prohíban los empalmes en regiones críticas de las columnas. A lo que se recomendó incluir estas notas para garantizar el cumplimiento de la normativa.

Es criterio del equipo auditor que la respuesta dada por el Contratista como parte del oficio DCO-29-2024-0024 no hace referencia, ni brinda comentarios a la mayoría de los hallazgos de atención inmediata dados como parte del oficio EIC-Lanamme-1185-2023 (22/11/2023). Por lo que se recomendó a la Administración, solicitar el criterio del Contratista ante dichos señalamientos, dado que, de no atenderse las observaciones señaladas, podría



presentarse un desempeño deficiente del nuevo paso a desnivel. Sin embargo, a la fecha de emisión de este informe se desconoce el criterio del Contratista.

En el oficio GCTR-28-2024-1154 (01/05/2024) la Administración da respuesta al oficio EIC-Lanamme-347-2024 (04/04/2024), a continuación, se resumen lo indicado en dicho documento:

Comentario 6.D.1:

- **Columnas de pilas:** En la memoria de cálculo se consideró un recubrimiento de 4 cm, pero en los planos se indica uno de 5 cm. Según el artículo 5.10.1 de la normativa AASHTO LRFD, el recubrimiento debería ser de 5 cm, pudiendo reducirse a 4 cm con un factor de corrección si se utilizan relaciones agua/cemento menores a 0,4. Por lo tanto, se solicita al contratista ajustar la memoria de cálculo y/o los planos estructurales para reflejar este cambio.
- **Viga cabezal de las pilas:** En la memoria de cálculo se consideraron 6 varillas #4 para refuerzo de momento negativo, las cuales no se muestran en los planos. Se concluye que el cabezal de las pilas, con 16 varillas #8, proporciona suficiente capacidad.
- **Losa de fundación de pilas:** La memoria de cálculo especifica un refuerzo de varilla #6 a cada 12,5 cm, pero los planos detallan un espaciamiento de 25 cm. Tras revisión, se confirma que la losa de fundación contiene una malla principal superior e inferior de #6 a 25 cm.
- **Barrera vehicular:** La memoria de cálculo indica el uso de varillas #3, mientras que los planos estructurales especifican varillas #4. Se aclara que se debe utilizar refuerzo #4 según los planos.

Comentario 6.D.2:

- No se consideraron los efectos del impacto vehicular en la subestructura. Se justificó que la velocidad de diseño de 30 km/h es menor a la recomendada para requerir estas consideraciones, según la normativa vigente.

Comentario 6.G.1:

- Se cumple con el requerimiento P- Δ según la sección 4.7.4.5 de AASHTO LRFD, indicando que los desplazamientos inelásticos no exceden los límites establecidos.

Comentario 6.G.2:

- La cuantía de acero transversal con un espaciamiento de 15 cm es adecuada y cumple con las normas de diseño. Aunque AASHTO LRFD requiere un espaciamiento máximo de 10 cm, se argumenta que el diseño propuesto proporciona suficiente capacidad para evitar el pandeo del acero de refuerzo.

Comentario 6.G.3:

- Los planos constructivos no incluyen una nota que prohíba los empalmes en las columnas de las pilas. Se aclara que las notas generales aplican a todos los elementos y que este aspecto es revisado en campo por el ingeniero residente y su equipo.

En cuanto a la respuesta del CONSORCIO IIML HATILLO 4, descrita en el oficio SUPERVH4-OF-2024-0043 (25/04/2024), se extrae:

- El consorcio supervisor no tiene dentro de su contrato el alcance para revisar la memoria de cálculo ni los planos generados en la etapa de diseño.

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 52 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------



- Las observaciones del informe LanammeUCR se refieren a la memoria de cálculo y los planos constructivos, que no son competencia del consorcio.
- La Gerencia de Contratación Vial realizó el descargo correspondiente, ya que las observaciones se relacionan con la etapa de diseño, cuya revisión está a su cargo

El programa de Ingeniería Estructural, contesto a través del memorando EIC-Lanamme-384-2024. Esta información fue comunicada a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-634-2024 (14/06/2024). A continuación, se resumen los principales aspectos mencionados por el PIE en relación con los hallazgos de atención inmediata producto de la revisión documental realizada a la memoria de cálculo estructural del proyecto del nuevo paso a desnivel de Hatillo 4.

6.D.1. Inconsistencias entre los datos de salida del diseño estructural y el diseño indicado en los planos estructurales:

Columnas de pilas: En la memoria de cálculo se consideró un recubrimiento de 4 cm, pero en los planos se indica uno de 5 cm. Según el artículo 5.10.1 de la normativa de AASHTO LRFD, el recubrimiento debe ser de 5 cm, reducible a 4 cm si se aplica un factor de corrección de 0,8 con relaciones de agua/cemento menores a 0,4 en la mezcla de concreto.

Se solicitó al Contratista aclarar la memoria de cálculo y/o los planos estructurales, ya que esto influye en el cálculo de la capacidad de resistencia a flexión del elemento.

- Respuesta del Contratista: En los planos del proyecto, el recubrimiento de las pilas se especifica según la norma AASHTO; el valor se verifica en la memoria de cálculo y se ajusta según la normativa, sin afectar significativamente la capacidad.
- Comentario de LanammeUCR: Se recomienda a la Administración asegurarse de que los cambios realizados por el Contratista estén correctamente reflejados en la memoria de cálculo corregida.

Viga cabezal de las pilas: En la memoria de cálculo se consideraron 6 varillas #4 como parte del refuerzo para momento negativo, pero no se muestran en los planos.

- Respuesta del Contratista: El cabezal de las pilas cuenta con 16#8 para momento negativo según la memoria de cálculo; el acero de los lados aporta a la capacidad, por lo que no requiere las 6#4.
- Comentario de LanammeUCR: Se recomienda a la Administración velar por que los cambios realizados por el Contratista estén correctamente plasmados en la memoria de cálculo corregida.

Losa de fundación de pilas: En la memoria de cálculo se indica un refuerzo de varilla #6 a cada 12,5 cm, pero en los planos se detallan a cada 25 cm.

- Respuesta del Contratista: La losa de fundación tiene una malla principal superior e inferior de #6@250mm y bastones de 4 metros de longitud #6@250mm.
- Comentario de LanammeUCR: La cuantía de acero intercalada cumple con la memoria de cálculo del contratista, por lo que no se tienen comentarios o recomendaciones adicionales.



Barrera vehicular de los costados extremos del puente: En la memoria de cálculo se indica refuerzo de varillas #3 para la barrera tipo media New Jersey, pero en los planos se especifican varillas #4.

- Respuesta del Contratista: La memoria de cálculo de la barrera tipo New Jersey especifica el uso de refuerzo #4.
- Comentario de LanammeUCR: La memoria de cálculo del contratista indica el uso de varillas #3 para la barrera vehicular de los extremos y varillas #4 y #5 para la medianera. El uso de varillas #4 para la barrera vehicular de los extremos aumenta la capacidad de la barrera, lo cual es adecuado. No se tienen comentarios o recomendaciones adicionales.

6.D.2. Falta de consideración de los efectos por impacto vehicular en la subestructura, según el artículo 3.6.5 de AASHTO LRFD:

- Respuesta del Contratista: Según el Manual SCV, la disposición lateral de una barrera depende de la naturaleza del peligro, la deflexión dinámica y el ancho del trabajo. La velocidad de diseño es de 30 km/h, mucho menor a lo recomendado, por lo que no son necesarios elementos de protección en la subestructura del viaducto.
- Comentario de LanammeUCR: Se verificó que el Manual SCV respalda lo indicado por el contratista. Sin embargo, la Unidad de Seguridad Vial no ha recibido los diseños de los dispositivos de seguridad del proyecto para su revisión. Se recomienda a la Administración solicitar estos diseños al contratista y suministrarlos al LanammeUCR para dar el seguimiento correspondiente.

6.G.1. Falta de revisión de los requerimientos de capacidad $P-\Delta$ considerando los desplazamientos inelásticos de la estructura, según la sección 4.7.4.5 de AASHTO LRFD:

- Respuesta del Contratista: Se cumple con el requerimiento P-D, dado que $112 \text{ ton-m} < 398 \text{ ton-m}$.
- Comentario de LanammeUCR: Se recomienda a la Administración asegurarse de que los cambios realizados por el Contratista estén correctamente reflejados en la memoria de cálculo corregida.

6.G.2. Revisión del límite máximo de espaciamiento del refuerzo transversal de las columnas en regiones de la rótula plástica:

- Respuesta del Contratista: La cuantía de acero transversal asegura la capacidad de carga axial del núcleo confinado. La separación vertical especificada en diseño de 15 cm asegura una longitud libre adecuada para el control del pandeo del acero de refuerzo. La AASHTO LRFD solicita un espaciamiento de refuerzo transversal mínimo de 10 cm.
- Comentario de LanammeUCR: La sección 5.11.4.1.5 de AASHTO LRFD 2017 establece que el espaciamiento máximo del acero de confinamiento debe ser el menor valor entre un cuarto de la dimensión más pequeña del elemento o 10 cm. El análisis tipo pushover aportado por el contratista revela un buen comportamiento del elemento con espaciamiento a cada 15 cm. Se recomienda a la Administración evaluar si la justificación del contratista es aceptable.

6.G.3. Falta de nota sobre empalmes en las columnas de las pilas en los planos constructivos:

Informe EIC-Lanamme-INF-0830-24	septiembre , 2024	Página 54 de 66
---------------------------------	-------------------	-----------------



- Respuesta del Contratista: Las notas generales o especificaciones aplican a todos los elementos según corresponda, y este tipo de detallado es revisado en campo por el ingeniero residente y su equipo.
- Comentario de LanammeUCR: La normativa de AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications 2017 requiere que los empalmes de refuerzo se indiquen explícitamente en los documentos contractuales. Se recomienda a la Administración solicitar dicha nota en los planos constructivos corregidos y verificar que se cumpla en la construcción.

Observaciones con respecto a los comentarios dados por la supervisora en el oficio SUPERVH4-OF-2024-0043:

- Comentario de la supervisora: Este consorcio supervisor no tiene dentro de su contrato el alcance de revisar la memoria ni los planos generados en la etapa de diseño. Todas las observaciones del equipo auditor se refieren al contenido de la Memoria de Cálculo y a la concordancia entre lo indicado en la Memoria y los planos constructivos, por tanto, no podemos referirnos al tema.
- Comentario de LanammeUCR: Se toma nota de lo indicado y no se tienen comentarios adicionales. Se recomienda a la Administración que, en proyectos “llave en mano” (diseño y construcción) y del tipo “fast-track”, se incluya la revisión y aprobación de los documentos de diseño (memoria de cálculo, planos constructivos y especificaciones técnicas) dentro de las labores de supervisión, para asegurar la calidad del proyecto en su totalidad.

El Contratista, en el oficio 4308-MCR-2023E-2024, respondió a cada uno de los hallazgos de atención inmediata del informe EIC-Lanamme-INF-1656-2023. Para estas respuestas, se han formulado recomendaciones a la Administración, con el objetivo de evitar un desempeño deficiente en el proyecto del nuevo paso a desnivel de Hatillo 4.

En el oficio DCO-22-2024-0363 (27/05/2024) se adjuntó el documento de forma oficial, con el diseño final y los planos aprobados del proyecto el cual fue revisado por el PIE con el objetivo de verificar si alguna de las observaciones realizadas al informe n°. 3, y mencionadas anteriormente fueron resueltas en los planos constructivos incluidos en el informe 4.

La supervisora indicó que no está dentro de sus labores revisar la memoria de cálculo ni los planos constructivos. Por lo que se recomendó a la Administración incluir estas labores en los carteles de licitación de los proyectos con modalidad diseño y construcción, para garantizar un aseguramiento de la calidad en todas las etapas del proyecto en el oficio EIC-Lanamme-634-2024 (14/06/2024).

A continuación, se presenta una lista con los cambios detectados entre la versión final de los planos constructivos y la versión emitida como parte del informe de avance n° 3 del proyecto del nuevo paso a desnivel de Hatillo 4.

- En las láminas de geometría, refuerzo y detalles de pilas se detectaron cambios, los cuales corresponden a que se modifica el diámetro de los pilotes que se encuentran en los extremos de las placas de cimentación de las pilas, los cuales pasan de un



diámetro de 1,0 m a uno de 1,2 m. Este cambia se plasma en los planos constructivos al modificar vistas de geometría en planta y la adición de secciones transversales y vistas en elevación del reforzamiento del pilote.

- Adicionalmente, la situación del punto anterior conllevó a que se realizaran ajustes en el sumario de cantidades de refuerzo que se adjunta en cada lámina. A su vez, se realizaron cambios en los códigos de los despieces del acero y su ubicación en las distintas vistas de los componentes de las pilas.

Es importante destacar que las modificaciones realizadas en la versión final de los planos constructivos no obedecen necesariamente a las observaciones realizadas por el PIE previamente. Esto se debe a que podrían existir cambios adicionales que no fueron detectados en la revisión realizada. Cabe mencionar que no se puede comprobar si los cambios realizados en los planos constructivos corresponden a observaciones dadas por la Administración, puesto que no se cuenta con la documentación respectiva.

Se detectó que la versión “Avance 4/V2” de los planos constructivos del proyecto del nuevo paso a desnivel de Hatillo 4 presenta cambios, específicamente en las láminas de geometría, refuerzo y detalles de los pilotes de las pilas. En lo que respecta a la incorporación en los planos constructivos producto de las observaciones provenientes de los oficios EIC-Lanamme-INF-0333-2024 y EIC-Lanamme-187-2024, en específico las observaciones, todavía no han sido incorporadas puesto que estas se encuentran aún en etapa de análisis.

- En la memoria de cálculo aportada por el Contratista, sí se realiza la revisión del límite máximo de espaciamiento del refuerzo transversal de las columnas en las regiones de la rótula plástica, indicando un espaciamiento de 15 cm tanto en la memoria de cálculo como en los planos estructurales. Sin embargo, como lo establece la sección 5.11.4.1.5 de AASHTO LRFD, el espaciamiento del refuerzo transversal en estas regiones no debe ser mayor a 10 cm.
- En los planos constructivos aportados por el Contratista, en la lámina de notas generales, se indica que no se permiten empalmes en las uniones bastión-placa y bastión-apoyo de vigas, sin embargo, no se incluyó una nota similar para las columnas de las pilas. Esta nota es importante para asegurar el cumplimiento del artículo 5.11.4.1.6 de AASHTO LRFD, el cual prohíbe los empalmes del acero de refuerzo en las regiones de rótula plástica de las columnas

Adicionalmente, se destaca que el proyecto del nuevo paso a desnivel de Hatillo 4 ya presenta una etapa constructiva muy avanzada, por lo que en caso de que la Administración apruebe cambios en los planos constructivos, se debe velar porque estos efectivamente se apliquen en el sitio constructivo y quede documentado, ya sea mediante anotaciones en bitácora de obra y/o con fotografías.



10. CONCLUSIONES

En el siguiente apartado se resumen las conclusiones del presente informe de Auditoría Técnica, es importante recalcar el hecho de que de manera oportuna a lo largo del proceso de auditoría se ha comunicado a la Administración todas las conclusiones descritas a continuación, mediante oficios o notas-informe.

Sobre la calidad de los estudios hidrológicos e hidráulicos del proyecto.

El equipo auditor ha identificado diversas áreas de incumplimiento y oportunidades de mejora en el informe de diseño hidráulico evaluado. Estas áreas incluyen el levantamiento del sistema pluvial existente, la delimitación de áreas tributarias, el cálculo de caudales, el modelo hidráulico, los resultados hidráulicos, la estructura disipadora de energía, la evaluación de tragantes y las diferencias entre planos constructivos y memoria de cálculo.

Sobre la calidad de los estudios geotécnicos del proyecto.

Se evidenciaron oportunidades de mejora en el diseño geotécnico del proyecto las cuales sugieren la necesidad de una mayor exploración y precisión en ciertos aspectos geotécnicos clave, como la posible presencia de nivel freático durante la época lluviosa, la determinación precisa de parámetros de resistencia al corte de las capas involucradas y la consideración de condiciones de expansión.

Además, se destacó la importancia de aclarar las metodologías empleadas para determinar la capacidad de soporte y asentamientos, así como la necesidad de abordar adecuadamente las recomendaciones relacionadas con el potencial de licuación del suelo.

A nivel de estudios preliminares, el informe presentado por la Administración no cuenta con la información relacionada con:

- Un estudio de amenazas sísmica específico para el área del proyecto, ya que no lo contempló por considerar que la estructura comprendida en esta contratación no tiene un nivel de complejidad importante, en su caso, se consideró adecuado el uso de los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes, normativa que rige en el país para el diseño sismorresistente de puentes.
- Los estudios geotécnicos en la etapa de diseño con un análisis más exhaustivo para confirmar que el sitio no presenta licuación.
- Descripción de la falla Bello Horizonte y la información del diseño final de los muros de retención mostrados en la lámina MR-01 de los planos.

En cuanto al informe de avance III, en el aspecto geotécnico se enumeran a continuación las principales conclusiones:

- Existen parámetros de los que no se tiene claridad sobre su procedencia, y la justificación de la Administración no permite conocer si se tuvo un enfoque conservador o un enfoque más representativo.
- Se requiere de una justificación adicional en el análisis a largo plazo y se requiere verificar el cumplimiento de asentamientos con la normativa vigente.



- El estudio geotécnico no contiene las etapas del desarrollo de estudios de cimentaciones establecidas por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, por lo que el PIG recomienda su implementación en futuros proyectos.
- El PIG considera que se requiere de ensayos de laboratorio adicionales para robustecer el informe geotécnico.
- La Administración indica imposibilidad de realizar cambios documentales dada la etapa de ejecución en la que se encuentra el proyecto, sin embargo, es recomendable aprobar informes de diseño en los que se justifiquen los parámetros utilizados.
- Existen discrepancias entre unidades de medida y factores de seguridad empleados en el informe, lo anterior respecto a lo indicado por el CCCR.

Sobre los aspectos de seguridad vial.

En cuanto a los estudios preliminares, se evidenció:

- La clasificación vehicular de los aforos, tanto para la troncal como para las marginales, no cumple con lo indicado en el cartel de licitación en la sección *iii. Tráfico del apartado 4.2.4 Estudios para el diseño de la estructura de pavimento*, específicamente, el cartel de licitación No. 2019LN-000019- 0006000001
- No se evidencian aforos de peatones ni de ciclistas en el tramo evaluado, los cuales son un insumo importante para generar los estudios integrales de movilidad activa en todo proyecto de obra.
- No se han presentado proyecciones de tránsito a diez años como base para el diseño. Además, se omite la valoración de los conteos disponibles de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, que podrían servir de insumo para validar los flujos vehiculares obtenidos.
- No se realizó un análisis de ingeniería mediante modelación de demanda de transporte urbano, el cual permite reducir la incertidumbre de la estimación de los viajes reales que pasarán por la zona del proyecto; y así, optimizar los análisis funcionales, diseño geométrico, análisis de seguridad vial, diseño estructural del paso a desnivel y diseño de pavimentos, que dependen de la estimación de los flujos vehiculares del proyecto. Tipo de análisis recomendado para este tipo de proyectos.

En cuanto al informe de avance III:

- Se han identificado áreas de mejora sustanciales en el informe de diseño vial y los planos finales del proyecto, específicamente en aspectos relacionados con la seguridad vial y la movilidad segura.
- En el ámbito del diseño geométrico, se requiere una justificación técnica por parte de la Administración para las velocidades de diseño y reglamentarias establecidas
- Se evidenciaron oportunidades de mejora en la definición de la geometría de las vías, especialmente en casos como los espaldones reducidos y el carril de aceleración propuesto.
- En relación con los sistemas de contención vehicular, es necesario que la Administración proporcione el diseño completo de márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular, respaldados por memorias de cálculo, fichas técnicas y certificaciones de los dispositivos propuestos.



- Asimismo, se observaron deficiencias significativas en los planos de señalización vial, que requieren ajustes sustanciales para cumplir con las disposiciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA, 2014). Además, se recomienda que la Administración realice el diseño de la infraestructura ciclista siguiendo las directrices de la Ley n.º 9660 de Movilidad y Seguridad Ciclista y su reglamento.
- Se evidenció la ausencia de un estudio integral de movilidad segura para peatones y ciclistas.

Sobre el diseño del pavimento.

El estudio de pavimentos no contiene conteo con distribución vehicular en la marginal sur del proyecto, incumpliendo con lo dispuesto por el cartel de licitación en esta vía.

El factor sentido de 0,5 aplicado al área de rotonda no se encuentra debidamente justificado, ya que, no cumple con el supuesto de diseño de que el total de flujo de las marginales circula por este elemento.

Sobre aspectos topográficos.

Se evidenció en el Cartel de Licitación del proyecto, errores de concepto o falta de claridad, deficiencias en la información solicitada, desactualización en algunos de los requisitos, errores o defectos en las láminas, entre los que se pueden mencionar:

- No se definen las condiciones y especificaciones técnicas mínimas respecto al equipo a utilizar en trabajos topográficos.
- No existe ninguna parametrización para el levantamiento previo, necesario para el diseño.
- No establece una metodología confiable para la aceptación de un trabajo de topografía, así como para la entrega de los datos y metadatos.
- Se solicita un Técnico en Topografía cuando lo que se debería solicitar es un Ingeniero Topógrafo que posea el grado de Bachillerato o Licenciatura e inscrito al CIT.
- Se evidencia errores de concepto que pueden generar confusión. Este tipo de errores se detectaron a lo largo de los documentos revisados y tienen como consecuencia la obtención de productos no acordes con las buenas prácticas o productos alejados de lo esperado.

Sobre el diseño estructural

La memoria de cálculo no realiza una revisión a la totalidad de cálculos solicitados por la normativa vigente, no justifica la totalidad de sus variables y presenta incongruencias con planos.

Se identificó Incumplimiento con requisitos contractuales al elaborar la memoria de cálculo y ausencia de control respecto a su contenido en planos.

El diseño recibido por la Administración no evalúa la totalidad de la normativa, generando incertidumbre en el diseño. Además, se elaboraron planos constructivos que presentan inconsistencias con respecto a la memoria de cálculo y normativa vigente.



11. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Administración con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales en los proyectos que ejecuta esta dependencia.

Sobre los estudios hidrológicos e hidráulicos de las estructuras de drenaje del proyecto

Se sugiere que se establezcan mecanismos de seguimiento y control para garantizar que se cumplan adecuadamente los requisitos contractuales y las normativas vigentes en futuras etapas del proyecto. Esto contribuirá a asegurar la integridad y eficacia del diseño hidráulico y, en última instancia, a la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente y de las partes interesadas en este y futuros proyectos de esta índole.

Sobre los estudios geotécnicos del proyecto

Se recomienda analizar la incorporación de las observaciones realizadas en futuros carteles de licitación de forma que se fortalezca los datos e información que alimenten el modelo geotécnico en la etapa preliminar y que serán utilizadas para los diseños finales de un proyecto.

Sobre los otros aspectos de seguridad vial.

Velar por que en futuros proyectos la calidad de la información solicitada cumpla con lo establecido en los documentos contractuales. La información de tránsito es un insumo básico para el análisis y diseño de márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular, diseños funcionales, diseños geométricos y diseño de pavimentos; por lo tanto, se considera que es necesario contar con esta información con el mayor detalle posible (como mínimo lo solicitado en el cartel de licitación del proyecto) para garantizar el desarrollo correcto de un proyecto de esta magnitud.

Realizar aforos de peatones y ciclistas en la zona de influencia de los proyectos, así como un estudio de movilidad, para integrar a todos los usuarios de la vía en los análisis y generar diseños pertinentes.

Se insta a realizar un estudio integral de movilidad segura para peatones y ciclistas. También se recomienda ajustar los planos de señalización vial, en cumplimiento con las disposiciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA, 2014) y realizar el diseño de la infraestructura ciclista conforme a las directrices de la Ley n.º 9660 y su reglamento.

Sobre el diseño del pavimento

Para futuros proyectos, se insta a verificar que la información de tránsito y variables de cálculo de ESALs cumplan con las disposiciones contractuales previo a aprobar el informe. Se recomienda realizar un modelo del flujo vehicular en futuros proyectos para determinar el factor de distribución.



Sobre los aspectos topográficos

Implementar consideraciones adicionales que pueden contribuir a mejorar el diseño y por lo tanto el desempeño del proyecto en cuestión.

Incorporar las observaciones realizadas en futuros carteles de licitación de forma que se fortalezca los datos e información en la etapa preliminar y que serán utilizadas para los diseños finales de un proyecto.

Sobre el diseño estructural

Solicitar atender las recomendaciones de atención inmediata, y mayor rigurosidad en el cumplimiento del contenido de la memoria de cálculo.

Se recomienda a la Administración incluir la labor de revisión de la memoria de cálculo en los carteles de licitación de la supervisora en los proyectos con modalidad diseño y construcción, para garantizar un aseguramiento de la calidad en todas las etapas del proyecto



12. REFERENCIAS

- Decreto Ejecutivo N° 38799-MOPT. (2015). *Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías*. San José: La Gaceta N° 121.
- FHWA (2006). *HEC-14 Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels*.
- FHWA (2009). *HEC-22 Urban Drainage Design Manual*.
- FHWA (2012a). *Project Development and Design Manual, Section 7.3 Hydraulics*. Disponible en: <https://flh.fhwa.dot.gov/resources/design/pddm/>
- FHWA (2012b). *HDS-5 Hydraulic Design of Highway Culverts*.
- Gamboa, R. (1969). *Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- INTE-ISO/IEC 17025 (2017). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. INTECO
- Ley 8279 "Sistema nacional para la calidad", Artículo 34. Servicio a las Entidades Públicas. Asamblea Legislativa.
- MOPT. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010*. San José.
- MOPT. (2015). *Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos*. Costa Rica.
- SIECA (2016). *Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica*.
- SIECA. (2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Guatemala.
- SIECA. (2016). *Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica*. El Salvador: Primera Edición.
- Valverde, G. (2011). *Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo, PhD. Auditora Técnica	Revisado por: Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Luis Paulino Rodríguez Auditor Técnico
Revisión Legal: Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal LanammeUCR	Revisado y aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD. Director General LanammeUCR



13. ANEXO A

En el siguiente enlace se adjuntan los documentos

- Oficio DVP-38-2024-0340 firmado el 14 de agosto del 2024descargo al Informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0830-2024.
- <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/FAF6oOgJbNkRvY3>
- Análisis del descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0830-2024, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica.
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/kh6lzdsrespAyph>



14. ANEXO B

Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada.

El Equipo Auditor considera todos los resultados de la auditoría incluidos en este informe como relevantes y considera que existe el riesgo potencial de que se materialice lo alertado en cada uno de ellos. No obstante, con el objetivo de brindar una herramienta para que las instituciones a las cuales el LanammeUCR debe informar sus resultados, según lo establecido en el artículo 6 de la Ley 8114, puedan priorizar la atención de las recomendaciones que surgen de los análisis desarrollados en el presente informe, se presenta la siguiente valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y carácter contractual.

El Equipo Auditor categorizó el impacto, la urgencia de atención de las recomendaciones y el carácter contractual según lo establecido en la Tabla B.1 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, que el resultado de la auditoría encontrado generó en la calidad de la obra. La urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido de las recomendaciones emitidas por el LanammeUCR. El carácter contractual denota si el resultado de la auditoría se basa en una cláusula de carácter contractual o si su respaldo técnico no necesariamente tiene un carácter contractual para el proyecto. También valora si su incumplimiento es parcial o total.

Tabla B.1. Valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y cumplimiento contractual

Categoría		Valoración
Impacto	Bajo	1
	Medio	3
	Alto	5
Urgencia ¹	Largo plazo	1
	Mediano plazo	3
	Corto plazo	5
Carácter contractual	No contractual	1
	Incumplimiento contractual parcial	3
	Incumplimiento contractual total	5

¹El corto plazo se considera un plazo menor a un año desde la emisión del informe. El mediano plazo se entiende por un plazo comprendido entre 1 y 5 años. El largo plazo se entiende por un plazo mayor a 5 años.

Posteriormente, se obtuvo el promedio de las valorizaciones obtenidas según cada categoría y se determinó la prioridad de atención sugerida para las partes interesadas según lo establecido en la Tabla B.2.

Tabla B.2. Prioridad de atención sugerida según la valoración de los resultados de la auditoría realizada por el Equipo Auditor

Prioridad de atención sugerida	Rango de valoración
Baja	1 – 2
Media	2 – 3
Alta	3 - 4
Muy alta	4 - 5



Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas. En la Tabla B.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla B.2.

Tabla B.3. Valoración de los resultados de la auditoría y priorización de atención sugerida

Aspecto	No	Hallazgo/Observación	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Promedio
Estudios de hidrología e hidráulica	Hallazgo 1	El informe de diseño hidráulico presenta incumplimientos con respecto a lo indicado en el cartel de licitación y oportunidades de mejora en su contenido	3,3	3,0	1,0	2,4
Estudios geológicos y geotécnicos	Observación 1	Se evidenciaron oportunidades de mejora en el diseño geotécnico del proyecto "INF-GEO-018 (A)-2021 "Informe geotécnico, obra N°1958. Proyecto: Diseño y construcción del intercambio en hatillo 4" elaborado por IIG Consultores	1,3	2,0	1,0	1,4
	Observación 2	Se evidenciaron oportunidades de mejora en los estudios de geología y riesgos naturales del proyecto. Hatillo 4", incorporada en el Informe de Avance II y el informe de avance III	1,5	2,5	1,0	1,7
Aspectos de seguridad vial	Hallazgo 2	La clasificación vehicular de los aforos, tanto para la troncal como para las marginales, no cumple con lo indicado en el cartel de licitación	3,3	3,0	1,0	2,4
	Observación 3	No se evidencian aforos de peatones ni de ciclistas en el tramo evaluado	2,3	2,8	3,3	2,8
	Observación 4	No se realizó un análisis de ingeniería mediante modelación de demanda de transporte urbano, no se han presentado proyecciones de tránsito a diez años como base para el diseño	1,3	2,3	1,3	1,6
	Observación 5	Se evidenciaron oportunidades de mejora en el informe de diseño vial y planos presentado en el Informe de Avance 3 del proyecto del Paso a Desnivel sobre Ruta Nacional 39 en Hatillo 4	2,3	3,3	2,5	2,7
Diseño del pavimento	Hallazgo 3	El análisis de tránsito no cumple con la totalidad de las disposiciones contractuales	2,3	3,3	1,0	2,2
Aspectos topográficos	Observación 6	Se evidenciaron oportunidades de mejora en materia de Ingeniería topográfica en la información de requerimientos del proyecto	1,5	3,3	1,5	2,1
Diseño estructural	Hallazgo 4	Se evidencian oportunidades de mejora en la memoria de cálculo del diseño estructural en cuanto a contenido y congruencia con planos constructivos	3,8	4,0	2,0	3,3