UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica LanammeUCR

Informe en versión final EIC-Lanamme-INF-0287-2025

Informe de Auditoría Técnica

Auditoría sobre el alcance de los estudios de las rotondas y aspectos de seguridad vial en el proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

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

Junio, 2024

1. Informe en versión final EIC-Lanamme-INF-0287-2025	**2. Copia No.** 1
3. Título y subtítulo: Auditoría sobre el alcance de los estudios de las rotondas y aspectos de seguridad vial en el proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.	**4. Fecha del Informe** Junio 2024

5. Organización y dirección

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,
San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.
Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440

6. Notas complementarias

N/A

7.Resumen

El Informe de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-0287-2025 recopiló hallazgos y observaciones sobre la auditoría externa ejecutada en el proyecto “Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.”, específicamente relacionados con el alcance de los estudios de las rotondas y aspectos de seguridad vial como los materiales utilizados para la demarcación, los cruces peatonales y las transiciones en los cambios de la cantidad de carriles. En el presente informe se analizan aspectos relacionados con el alcance de los estudios de las rotondas y aspectos de seguridad vial como los materiales utilizados para la demarcación, los cruces peatonales y las transiciones en los cambios de la cantidad de carriles.

En primer lugar, sobre la geometría de las rotondas no se tiene evidencia de que se haya realizados el análisis del rastreo de las trayectorias del vehículo de diseño a través de las maniobras de giro críticas. Este tipo de análisis permite determinar si las rotondas permiten el tránsito seguro por esta durante el paso de vehículos pesados.

Con respecto a los estudios que debieron ser realizados para determinar si la implementación de rotondas era el tipo de solución más adecuado para las intersecciones en donde se construyeron, es criterio de esta auditoría que no se proporcionan justificaciones técnicas suficientes que respalden la ejecución de esta solución, máxime si se considera que es una ruta con un marcado carácter de tránsito de larga distancia y de alta velocidad.

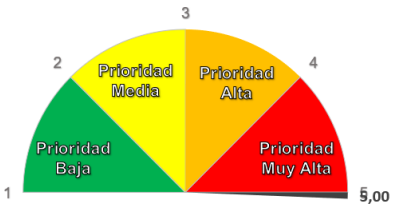
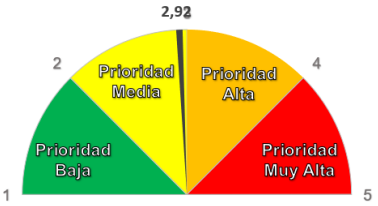
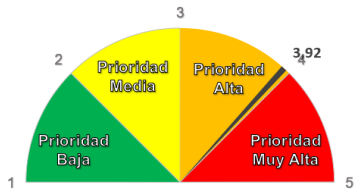
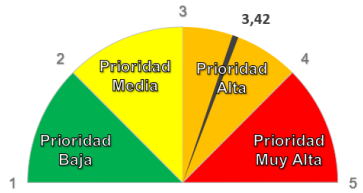
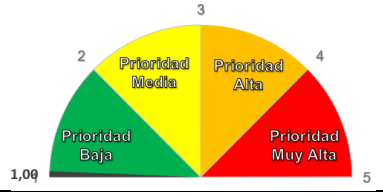
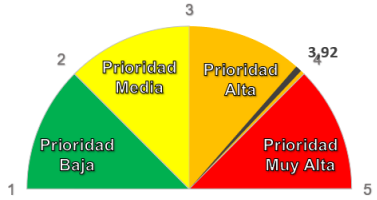
Además, se evidenció que no se realizó un análisis integral del corredor ya que cada intersección fue analizada de forma individual. Por lo tanto, al enfocarse únicamente en un análisis de forma individual de cada intersección, se justificó el uso de las rotondas; no obstante, el análisis incompleto no tiene una relevancia técnica suficiente para justificar la implementación de rotondas.

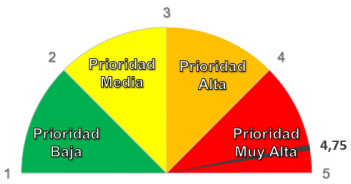
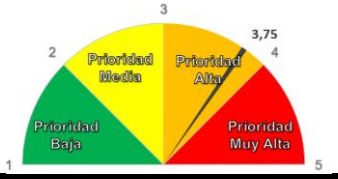
Finalmente, en el tema de las rotondas se indicó que existen oportunidades de mejora que se pueden implementar para incrementar la seguridad vial de los usuarios de la vía, como pueden ser las chicanas, distancias de desaceleración o señales con iluminación LED, lo cual toma mayor relevancia al tomar en cuenta en que en dicha ruta conviven automóviles, con furgones de carga pesada. Algunas de estas medidas han sido implementadas por parte de la Administración en las intersecciones analizadas.

Con respecto a la calidad de los materiales de demarcación se evidenciaron incumplimientos en el 75% de las muestras de microesferas de vidrio, en el 80% de las muestras de material termoplástico y en el 85% de las muestras de material termoplástico ensayado en sitio para la demarcación vial.

Sobre los sistemas de contención vehicular, se identificaron correcciones en los deterioros identificados, como la falta de transiciones, tornillería en mal estado y oxidación. En cuanto a las transiciones en los puntos de manejo de tránsito se han evidenciado deficiencias que ponen en riesgo a los usuarios de la vía. Esta situación también se presenta en los cruces peatonales del proyecto.

8.Valoración de los resultados

Resultado	Prioridad de atención
Hallazgo No. 1. No se logra evidenciar que se realizan análisis del rastreo de las trayectorias del vehículo de diseño a través de las maniobras de giro críticas en las rotondas por construir en la ruta 32.	
Observación No. 1. Los estudios realizados para la implementación de las rotondas no proporcionan justificaciones técnicas suficientes que respalden la implementación de esta solución como la medida de sustitución adecuada para las intersecciones intervenidas.	
Observación No. 2. Existen oportunidades de mejora en los diseños propuestos de las rotondas.	
Hallazgo No. 2. Se evidenciaron incumplimientos en el 75% de las muestras de microesferas de vidrio, en el 80% de las muestras de material termoplástico y en el 85% de las muestras de material termoplástico ensayado en sitio para la demarcación vial.	
Hallazgo No. 3. Se observaron correcciones en los deterioros en los sistemas de contención vehicular como la falta de transiciones, tornillería en mal estado y oxidación en algunos puntos.	
Hallazgo No. 4. No se tiene evidencia de que se realizó una memoria de cálculo para el diseño y ubicación de los sistemas de contención vehicular en el proyecto.	

Hallazgo No. 5. Se identificaron deficiencias en zonas de transiciones en puntos de manejo de tránsito, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios.	
Observación No. 3. Se identificaron oportunidades de mejora en la condición observada en los cruces peatonales a lo largo del proyecto.	

9. Palabras clave	10. Nivel de seguridad:	11. Núm. de páginas
Auditoría Técnica, Ruta 32, Material termoplástico, Rotondas, Cruces peatonales, Transiciones, Calidad.	Ninguno	68

INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Auditoría sobre el alcance de los estudios de las rotondas y aspectos de seguridad vial del proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

Departamento encargado del proyecto: Unidad Ejecutora Ruta 32, CONAVI

Supervisión del proyecto: Consorcio Supervisor RN32 CACISA-Camacho Fernández

Laboratorio de verificación de calidad: CACISA (hasta el 8 de octubre del 2023) – UNOPS (a partir del 17 de noviembre del 2023)

Empresa contratista: CHEC China Harbour Engineering Company

Laboratorio de control de calidad: OJM Consultores de Calidad y Laboratorios.

Monto original del contrato: US $ 465.593.387,06

Plazo original de ejecución: 42 meses

Plazo actual del proyecto: 108 meses (diciembre, 2025)

Fecha de inicio del diseño: 14 de diciembre del 2016

Fecha de inicio de la construcción: 20 de noviembre del 2017

Proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

Longitud del proyecto: 107,24 km

Director General LanammeUCR:

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.

Asesoría Legal:

Lic. Giovanni Sancho Sanz

Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:

Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA, Auditor Técnico Líder
Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Auditor Técnico Adjunto
Ing. Víctor Cervantes Calvo, Auditor Técnico Adjunto

Expertos Técnicos

Ing. Henry Hernandez Vega, MSc, Experto Técnico en Seguridad Vial

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **10**
OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS **10**
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA **11**
ALCANCE DEL INFORME **11**
ANTECEDENTES **12**
METODOLOGÍA **15**
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO **16**
Audiencia preliminar EIC-Lanamme-INF-0227-2024 ..... **17**
RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA **18**
Sobre el diseño de las rotondas del proyecto 18
Hallazgo No. 1. No se logra evidenciar que se realizan análisis del rastreo de las trayectorias del vehículo de diseño a través de las maniobras de giro críticas en las rotondas construidas y por construir en la ruta 32 18
Geometría de las rotondas 18
Observación No. 1. Los estudios realizados para la implementación de las rotondas no proporcionan justificaciones técnicas que respalden la implementación de esta solución como la medida de sustitución adecuada para las intersecciones intervenidas. 22
Observación No. 2. Existen oportunidades de mejora en los diseños propuestos de las rotondas 27
Sobre la calidad de los materiales 32
Hallazgo No. 2. Se evidenciaron incumplimientos en el 75% de las muestras de microesferas de vidrio, en el 80% de las muestras de material termoplástico y en el 85% de las muestras de material termoplástico ensayado en sitio para la demarcación vial. 32
Sobre aspectos de seguridad vial del proyecto 40
Hallazgo No. 3. Se observaron correcciones en los deterioros en los sistemas de contención vehicular como la falta de transiciones, tornillería en mal estado y oxidación en algunos puntos. 40
Hallazgo No. 4. No se tiene evidencia de que se realizó una memoria de cálculo para el diseño y ubicación de los sistemas de contención vehicular en el proyecto. 43
Hallazgo No. 5. Se identificaron deficiencias en zonas de transiciones en puntos de manejo de tránsito, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios. 45
Observación No. 3. Se identificaron oportunidades de mejora en la condición observada en los cruces peatonales a lo largo del proyecto. 50
CONCLUSIONES **63**
Sobre los diseños de rotondas 63
Sobre la calidad de los materiales para demarcación 63
Sobre los deterioros en los sistemas de contención vehicular 64
Sobre la memoria de cálculo para el diseño de los sistemas de contención vehicular 64

Sobre las zonas de transiciones de 4 a 2 carriles 64
Sobre los cruces peatonales 64
RECOMENDACIONES 65
Sobre los diseños de rotondas 65
Sobre la calidad de los materiales para demarcación 65
Sobre los deterioros en los sistemas de contención vehicular 65
Sobre la memoria de cálculo para el diseño de los sistemas de contención vehicular 65
Sobre las zonas de transiciones de 4 a 2 carriles 65
Sobre los cruces peatonales 66
REFERENCIAS 66
1 ANEXO A. Descargo del CONAVI y análisis por Equipo Auditor 68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA RN NO. 32 17
FIGURA 2. RADIOS DE TRAYECTORIAS DE LAS MANIOBRAS DE GIRO CRÍTICAS 21
FIGURA 3. ESQUEMA DE ROTONDA PROPUESTA EN LA INTERSECCIÓN DE LAS RUTAS NACIONAL 32 Y 812 (KM 84+859) 24
FIGURA 4. ESQUEMA DE ALTERNATIVAS DE INTERSECCIÓN REGULADA CON ALTO O CON SEMÁFORO EVALUADAS PARA EL PSV 90+337, PASOS EN LA INICIACIÓN DEL PROCESO DE PLANEACIÓN DE UN PROYECTO. 24
FIGURA 5. LONGITUD DE DESACELERACIÓN EN EL ACCESO DE UNA ROTONDA..... 28
FIGURA 6. CONFIGURACIÓN ESQUEMÁTICA DE CHICANAS EN UN ACCESO DE UNA ROTONDA. 29
FIGURA 7. EJEMPLO DE SEÑAL PREVENTIVA ILUMINADAS CON LUCES LED 30
FIGURA 8. EJEMPLOS DE BOLARDOS ILUMINADOS INTERNAMENTE 30
FIGURA 9. PRINCIPIO DE RETRORREFLECTIVIDAD..... 39
FIGURA 10. POSTE DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR CON OXIDACIÓN EN LA PARTE SUPERIOR Y EN LA TORNILLERÍA FALTA DE ARANDELA, UBICADO EN EL KILÓMETRO 59 DE LA RUTA NACIONAL 32, GUÁPILES 41
FIGURA 11. AUSENCIA DE TORNILLERÍA Y TORNILLOS FLOJOS EN UNIÓN DE ELEMENTOS HORIZONTALES DE UNA BARRERA DE CONTENCIÓN VEHICULAR EN EL KILÓMETRO 59 DE LA RUTA NACIONAL 32, GUÁPILES 41
FIGURA 12. MUESTRA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DEL PROYECTO CON PINTURA ANTICORROSIVA. FECHA: 06 DE NOVIEMBRE DEL 2024 42
FIGURA 13. MUESTRA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DEL PROYECTO CON CORRECCIONES REALIZADAS. UBICACIÓN: KM 59+000. FECHA: 21 DE NOVIEMBRE DEL 2024..... 43
FIGURA 14. FALTA DE CONSISTENCIA EN LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR. UBICACIÓN: KM 78+800. FECHA: 05 DE NOVIEMBRE DEL 2024 44
FIGURA 15. DETALLE DE TRANSICIÓN DE CUATRO A DOS CARRILES EN INTERSECCIÓN EN CURVA, EN KM 115+000. FECHA: 26 DE ABRIL DE 2023 46
FIGURA 16. DETALLE DE TRANSICIÓN EN SECCIÓN DE TRANSICIÓN DE CUATRO A DOS CARRILES, EN EL KM 126+300. FECHA: 26 DE ABRIL DE 2023 46
FIGURA 17. DETALLE DE CONFIGURACIÓN DE UNO DE LOS RETORNOS HABILITADOS TEMPORALMENTE, EN EL KM 110+400. FECHA: 26 DE ABRIL DE 2023. PELIGRO DE COLISIÓN POR POSIBILIDAD DE GIRO EN U 47
FIGURA 18. MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO TEMPORAL DE LA ZONA DE CONVERGENCIA DEL KILÓMETRO 98+420, CRUCE EL MANGAL 48
FIGURA 19. MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO TEMPORAL DE LA ZONA DE CONVERGENCIA DEL KILÓMETRO 61+340, CRUCE LA TROCHA. 48
FIGURA 20. FALTA DE TRANSICIONES ADECUADAS DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO TEMPORAL EN LAS ZONAS DE APROXIMACIÓN DE LOS PUENTES SOBRE EL RÍO DANTA Y SOBRE EL RÍO CHIRRIPÓ. FECHA: 17 DE SEPTIEMBRE Y 13 DE AGOSTO DEL 2024..... 49
FIGURA 21. SEÑAL DE PREVENCIÓN EN EL KM 68 EN LAS CERCANÍAS DE CALLE LA ROCA QUE INDICA PRESENCIA DE PEATONES CUANDO NO HAY ALGÚN CRUCE PEATONAL O ZONA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD EN LA APROXIMACIÓN. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 50
FIGURA 22. SEÑAL DE PREVENCIÓN QUE INDICA LA PRESENCIA DE UN CRUCE PEATONAL EN KM 126, CERCANÍAS DE CALLE TRINIDAD. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 51
FIGURA 23. PRESENCIA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN EL KM 75, INTERSECCIÓN CON CALLE ÁFRICA Y CALLE ALTO EL BARRO QUE NO CORRESPONDE A LA ESTABLECIDA EN EL MANUAL DE SIECA (2014). SE OBSERVA SOBREPOSICIÓN DE FLECHAS Y SEÑAL EN MAL ESTADO. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 52
FIGURA 24. PRESENCIA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN KM 144 QUE NO CORRESPONDE A LA ESTABLECIDA EN EL MANUAL DE SIECA (2014). NOTABLE DESGASTE EN LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL TIPO CEBRA. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 53

FIGURA 25. ESTADO DEL CRUCE DE PEATONES EN LA COMUNIDAD DE LIVERPOOL, SETIEMBRE 2024 (EST. 144+740). 53
FIGURA 26. APERTURA PARA GIRO A LA IZQUIERDA O GIRO EN "U" COINCIDENTE CON CRUCE PEATONAL EN EL KM 83 EN LAS CERCANÍAS DE POCORA. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 54
FIGURA 27. CRUCE PEATONAL A NIVEL EN LAS CERCANÍAS DE UNA ISLA DE PARADA DE AUTOBUSES EN EL KM 128 SIN NINGÚN TIPO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL. NO HAY PRESENCIA DE DEMARCACIÓN HORIZONTAL QUE INDIQUE EL PASO PEATONAL. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 55
FIGURA 28. CRUCE PEATONAL CON DEMARCACIÓN HORIZONTAL TIPO CEBRA EN KM 139, CERCANÍAS DE LA ESCUELA DE BÚFALO, SIN SEÑALAMIENTO VERTICAL. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 55
FIGURA 29. CRUCE PEATONAL CON DEMARCACIÓN HORIZONTAL TIPO CEBRA Y PRESENCIA DE BANDERILLERO EN EL KM 84, CONEXIÓN ENTRE EL CARMEN NORTE Y EL CARMEN SUR. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 56
FIGURA 30. CRUCE PEATONAL SIN TRATAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE LA VELOCIDAD Y CON SEÑAL PARCIALMENTE OBSTRUIDA POR VEGETACIÓN, KM 80. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 57
FIGURA 31. MEJORA IMPLEMENTADA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE LA ZONA DE CONVERGENCIA DEL KILÓMETRO 98+420, CRUCE EL MANGAL 57
FIGURA 32. DETALLE DE CONFIGURACIÓN EN UN TRAMO DE LA VÍA EN EL SECTOR DE SIQUIRRES, KM 97-98. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 58
FIGURA 33. INTERSECCIÓN HABILITADA SIN TRATAMIENTO PARA PROMOVER REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD EN EL SECTOR DE SIQUIRRES, KM 97-98. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 59
FIGURA 34. BANDAS LOGARÍTMICAS IMPLEMENTADAS EN LAS ZONAS DE CONVERGENCIA DEL KILÓMETRO 98+420, CRUCE EL MANGAL 59
FIGURA 35. ACCESOS A PUENTES PEATONALES CON SUPERFICIE DE MATERIALES INADECUADOS PARA GARANTIZAR LA ACCESIBILIDAD DE LOS PEATONES. FOTOGRAFÍA IZQUIERDA EN KM 110, CERCA DE CALLE LAS VEGAS Y FOTOGRAFÍA DERECHA EN KM 123, CERCA DE CALLE LA ESCUELA. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 60
FIGURA 36. ACCESO A PUENTE PEATONAL CON CONDICIONES INADECUADAS PARA EL ACCESO DE LOS PEATONES EN KM 110, CERCA DE CALLE LAS VEGAS. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 60
FIGURA 37. MEJORAS IMPLEMENTADAS EN EL ACCESO DEL PUENTE PEATONAL UBICADO EN LA ESTACIÓN 123+190 (LADO DERECHO DE LA VÍA - B LINE) - JUNIO, 2024 61
FIGURA 38. MEJORAS IMPLEMENTADAS EN EL ACCESO DEL PUENTE PEATONAL UBICADO EN LA ESTACIÓN 82+699 (LADO IZQUIERDO DE LA VÍA - MERCEDES) - JUNIO, 2024. 61
FIGURA 39. TERMINAL DE BARRERA TIPO NEW JERSEY VISTO DESDE AMBOS SENTIDOS DE CIRCULACIÓN EN EL KM 102, CERCANÍAS DE PACUARITO. FECHA: 18 DE JULIO DEL 2024 62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA* 14
TABLA 2. DIÁMETRO INSCRITO Y RADIOS DE DISEÑO DE LAS ROTONDAS 19
TABLA 3. RANGOS DE DIÁMETRO INSCRITO TÍPICOS SEGÚN EL VEHÍCULO DE DISEÑO PARA UNA ROTONDA DE DOS CARRILES 19
TABLA 4. RESULTADOS DE ENSAYOS Y EVALUACIÓN DEL MATERIAL TERMOPLÁSTICO EN LABORATORIO. 33
TABLA 5. RESULTADOS DE ENSAYOS Y EVALUACIÓN DEL MATERIAL TERMOPLÁSTICO EN LABORATORIO. 34
TABLA 6. RESULTADOS DE ENSAYOS Y EVALUACIÓN DEL MATERIAL TERMOPLÁSTICO EN PLACAS METÁLICAS EN SITIO[1]. 36
TABLA 7. RESULTADOS DE ENSAYOS Y EVALUACIÓN DEL MATERIAL TERMOPLÁSTICO EN PLACAS METÁLICAS EN SITIO. 37
TABLA 8. RESULTADO DE ENSAYOS Y EVALUACIÓN DE MICROESFERAS DE VIDRIO. 38

INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Auditoría sobre el alcance de los estudios de las rotondas y aspectos de seguridad vial del proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

INTRODUCCIÓN

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, en cumplimiento del Plan Anual de Auditorías de la Unidad de Auditoría Técnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

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." (El subrayado no es del texto original)*

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 Nº 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.

Para este informe en particular se busca de forma general revisar los estudios de implementación de las rotondas y aspectos de seguridad vial dentro del proyecto comprendido en el contrato de: **"Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón"**, lo anterior con el fin de fiscalizar la eficiencia en la gestión y ejecución del proyecto así como el control de los riesgos potenciales a la seguridad de los usuarios y el desempeño de los diferentes materiales utilizados en el proceso de demarcación, esto en el cumplimiento de las normas y especificaciones establecidas en el Contrato del proyecto así como con las mejores prácticas de la ingeniería de carreteras requeridas por la obra.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

- Analizar los estudios de implementación de las rotondas para garantizar que el diseño seleccionado en las intersecciones sea el adecuado técnicamente.
- Evaluar el manejo temporal del tránsito y las medidas ejecutadas para garantizar la seguridad vial de los usuarios vulnerables y del personal del Contratista.
- Informar oportunamente a la Administración sobre observaciones de los componentes de seguridad vial que no se ajusten a la normativa vigente y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Evaluar el cumplimiento de las especificaciones de los materiales utilizados para la demarcación a partir de muestreos puntuales realizados por el LanammeUCR, de conformidad a la normativa establecida en el Contrato del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Informar a la Administración sobre los resultados de ensayo que se realicen a los materiales analizados para la demarcación (termoplásticos, microesferas de vidrio, captaluces).

ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio que desarrolla esta Auditoría Técnica consistió en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de ejecución de 22 meses (mayo 2023 – marzo 2025) de la Auditoría incluyendo los meses posteriores a su entrada en funcionamiento relacionados con los estudios de las rotondas, aspectos de seguridad vial y análisis de la calidad de los materiales usados para demarcación.

Los estudios de las rotondas y los aspectos de seguridad vial se evaluaron mediante visitas continuas al proyecto y el análisis de las revisiones realizadas por expertos técnicos. Por otro lado, la evaluación de la calidad de estos materiales se realizó mediante diferentes muestreos realizados en el plazo de ejecución del proyecto de manera aleatoria y de conformidad con la normativa establecida en el Contrato del proyecto.

Aunado a lo anterior se destaca que, a lo largo de la ejecución de la Auditoría, el equipo auditor ha emitido continuamente oficios y notas informes (ver **Tabla 1**) en aras de comunicar oportunamente las evidencias detectadas, por lo cual, en la evaluación de la gestión del proyecto, se consideró el proceso de documentación y recopilación de la información y oficios remitidos por parte de la Administración y la Supervisión del proyecto.

Respecto a la calidad de los materiales, los hallazgos y observaciones consideraron todas las evidencias recopiladas por el equipo auditor con base en los resultados obtenidos, tanto por el laboratorio de verificación, como por el LanammeUCR para los materiales de demarcación, así como la revisión de las especificaciones contempladas a nivel contractual.

Es importante mencionar que 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. Tampoco puede

conceptualizarse como una labor de verificación de calidad y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración.

ANTECEDENTES

El proyecto auditado corresponde a la "Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón", la cual se encuentra a cargo de la Unidad Ejecutora Ruta Nacional No. 32 (UE32) del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Este proyecto forma parte de la Ley No. 9293: Aprobación del financiamiento al proyecto rehabilitación y extensión de la Ruta Nacional No. 32 sección cruce Ruta 4-Limón, en la cual se facultó oficialmente al CONAVI a formalizar el contrato comercial con la empresa China Harbour Engineering Company Ltd. (CHEC) como la empresa designada para la elaboración de diseños y la construcción de las obras. Se debe destacar que, el 18 de febrero del 2013 el CONAVI y la empresa CHEC firmaron el Memorándum de acuerdo, que luego se oficializaría mediante la firma del Contrato entre ambas partes el 03 de junio del 2013.

Para este proyecto en específico, el Contratista a cargo de las labores de diseño y de construcción de las obras en su totalidad corresponde a la empresa China Harbour Engineering Company Ltd. (CHEC), sin embargo, el proyecto fue dividido en tres sectores principales denominados Rama 1 (49+500 al 110+400), Rama 2 (110+400 al 135+200) y Rama 3, este último fue posteriormente subcontratado a dos empresas distintas por parte del Contratista CHEC (Constructora Hernán Solís 135+200 al 144+465 y Constructora MECO 144+465 al 153+500) así como el tramo comprendido entre el 99+880 al 110+400 a Constructora MECO. Por su parte, las empresas CACISA[1] y Camacho Fernández Ingenieros Consultores conforman el consorcio supervisor del proyecto en apoyo a la Unidad Ejecutora. Sin embargo, el periodo de supervisión terminó el 08 de octubre del 2023, para posteriormente contratar los servicios de supervisión de la Oficina de las Naciones Unidad de Servicios para Proyectos (UNOPS) a partir del 17 de noviembre del 2023. Por lo tanto, es importante aclarar que en este informe no se aborda la gestión como supervisora de UNOPS.

Asimismo, se destaca que, como parte del proceso de Auditoría Técnica, el equipo auditor ha emitido y enviado a las entidades establecidas en la Ley 8114, los siguientes informes:

- LM-INF-IC-D-0014-20: "Análisis de los estudios previos y la calidad de los materiales del Proyecto Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No4 (Cruce de Sarapiquí)- Limón" (informe disponible en: https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2201)
- EIC-Lanamme- INF-0509-2022: "Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón" (r informe disponible en https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2415)
- EIC-Lanamme-INF-0107-2023: "Evaluación de la gestión de calidad de los materiales para pavimentos utilizados en el proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional

[1] La empresa Cacisa finalizó la prestación de servicios de supervisión el 08 de octubre de 2023

No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón." (informe disponible en: https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2522)

- EIC-Lanamme-INF-0227-2024: "Evaluación de la gestión de calidad de los materiales para puentes y prácticas constructivas realizadas en el proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón." (ver informe en: https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2752)

Se debe destacar que el alcance del informe LM-INF-IC-D-0014-20 abarca el periodo comprendido entre junio 2018 y setiembre 2020, este se enfocó en la evaluación de los estudios preliminares, el análisis de calidad de distintos materiales utilizados a la fecha y la evaluación de algunos procesos de ensayo.

En el caso del informe EIC-Lanamme- INF-0509-2022 abarca el periodo comprendido entre setiembre del 2020 y agosto del 2022 durante la etapa constructiva del proyecto y se enfoca principalmente en las prácticas constructivas, riesgos a la seguridad vial y desempeño de algunos tramos de pavimento concluidos a nivel de segunda capa asfáltica.

Por otro lado, el informe EIC-Lanamme-INF-0107-2023 contempla los meses comprendidos entre enero 2020 y junio 2022 durante la etapa constructiva del proyecto. Este se enfoca en hallazgos y observaciones específicamente relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad de los materiales utilizados para la construcción de la estructura de pavimentos como la base estabilizada con cemento, el ligante asfáltico y la mezcla asfáltica.

Finalmente, el informe EIC-Lanamme-INF-0227-2024 contempla los meses comprendidos entre enero 2020 y octubre 2023 durante la etapa constructiva del proyecto. Este se enfoca en hallazgos y observaciones específicamente relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad de los materiales utilizados para la construcción de puentes como el concreto, acero y apoyos elastoméricos, en conjunto con las prácticas constructivas desarrolladas durante la etapa constructiva.

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 los 22 meses que duró el desarrollo del presente proceso se emitieron aproximadamente 11 oficios y notas informe relacionadas con el tema de la seguridad vial en el proyecto, según contenido de **Tabla 1**; en los cuales se trataron temas relacionados con el contenido de este informe, con el fin de evidenciar situaciones relevantes, identificadas por el equipo auditor durante la etapa de ejecución de la Auditoría e informarlos oportunamente a la UE32; de previo a la emisión de este informe.

Tabla 1. Resumen de oficios enviados a la Administración durante el proceso de auditoría*

Oficio / Nota Informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
EIC-Lanamme-523-2023	30/06/2023	Remisión de resultados de demarcación	UE32-DRA-09-2023-0630 (0397)
EIC-Lanamme-1093-2024	08/10/2024	Remisión de resultados de demarcación	UE32-DRA-01-2024-0920 (0397)
EIC-Lanamme-1058-2023	02/11/2023	Criterio Técnico sobre las transiciones de cuatro a dos carriles.	UE32-DRA-09-2024-0091 (0397)
EIC-Lanamme-894-2024	26/08/2024	Observaciones sobre los cruces peatonales del proyecto de Ampliación de la Ruta 32	UE32-DRA-09-2024-0796 (0331)
EIC-Lanamme-183-2024	29/02/2024	Observaciones a sistemas de contención vehicular	UE32-DRA-01-2024-0254 (0397)
EIC-Lanamme-895-2024	21/08/2024	Observaciones sobre los márgenes de la carretera y los sistemas de contención vehicular	UE32-DRA-01-2024-0802 (0397)
EIC-Lanamme-895-2024	21/08/2024	Observaciones sobre los márgenes de la carretera y los sistemas de contención vehicular	UE32-DRA-01-2024-0953 (0397)
EIC-Lanamme-1254-2023	12/12/2023	Solicitud de información sobre estudios funcionales sobre las rotondas.	UE32-DRA-09-2024-0045 (0397)
EIC-Lanamme-094-2024	31/01/2024	Solicitud de información sobre diseños geométricos y planos constructivos	UE32-DRA-09-2024-0089 (0397)
EIC-Lanamme-750-2024	05/07/2024	Criterio Técnico sobre los estudios de rotondas	UE32-DRA-09-2024-0612 (0397)
EIC-Lanamme-1420-2024	19/12/2024	Consulta sobre geometría de rotondas a implementar en el proyecto "Ampliación de Ruta 32"	UE32-DRA-01-2025-0085 (0397)

*Este resumen incluye oficios de distintos temas que son considerados para este y otros informes de auditoría realizados para el proyecto

*Temas como la falta de tiempo, plazo de préstamo, planos y expropiaciones se trataron en reunión del 28/11 con la Unidad Ejecutora y el Ministro de Obras Públicas y Transportes. Del mismo modo, cabe resaltar que se han establecido comunicaciones acerca del estado de las expropiaciones necesarias para el desarrollo de los PSV del proyecto.

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr

METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría técnica se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad y durabilidad del proyecto. Este informe se realizó siguiendo los procedimientos de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto, así como visitas continuas a los frentes de trabajo durante el proceso constructivo.

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Unidad Ejecutora por medio del oficio LM-AT-137-17 del 8 de noviembre del 2017, donde se convocó a las partes involucradas a una reunión el 21 de noviembre del 2017, en la cual 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 fueron desarrolladas por el equipo auditor consistieron en visitas a los diversos frentes de trabajo, revisión de documentos contractuales y de diseño del proyecto, programación de muestreos a los materiales y análisis de los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto por parte de la verificación de la calidad de los materiales y del LanammeUCR. Se destaca que durante el lapso que comprendió está auditoría se realizaron 17 muestreos de pintura termoplástica, 4 muestras de microesferas de vidrio y se evaluó la retrorreflectividad inicial de 9 tramos. Además, se realizaron más de 29 visitas técnicas al proyecto.

En relación con los criterios utilizados en la ejecución del estudio para la auditoría, estos corresponden a la normativa técnica especificada que se encuentra establecida en el Contrato, la cual se detalla en el siguiente listado de documentos.

- Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-2010).
- El código de construcción.[2]
- La norma “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications”, de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), edición 2010 o última versión.
- El documento titulado: “Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial”, contiene las disposiciones generales emitidas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
- Estudio de Impacto Ambiental
- Manual de construcción para caminos, carreteras y puentes (MC-2012).[2]
- Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes.
- El Código de Cimentaciones de Costa Rica, edición 2009.
- Las Normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras y demás disposiciones contractuales
- Manual de diseño estándar para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (DE-2010) o última versión aplicable.[2]

[2] Esta normativa se indica tal cual, en el documento del Contrato, no obstante, corresponden a documentos no oficializados, por lo que no fueron contemplados por el Equipo Auditor.

- Reglamento de disposiciones de seguridad para protección de obras, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 103 del 30 de mayo de 1997, Decreto No. 26041-MOPT.
- Manual técnico de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.
- Dispositivos obligatorios de visualización de MOPT.
- Manual Centroamericano de Gestión del Riesgo en Puentes, Edición 2010.
- Manual Centroamericano de Normas para Diseño Geométrico de carreteras (SIECA, 3a edición-2011).
- Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA,2000).
- Pesos y Dimensiones, Decreto N° 33773-MOPT, publicado en La Gaceta N° 99 de fecha 24 de mayo de 2007 y sus modificaciones.
- Componentes de seguridad vial, implementación regulada mediante Decreto Ejecutivo No. 33148 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 100 del 25 de mayo del 2006.
- Normas y diseños para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.

Finalmente, se reitera que, se emitieron notas informes (**Tabla 1**) cuando el equipo auditor identificó una evidencia que se consideró necesario alertar oportunamente a la Administración previo a la emisión de este informe final. En cada nota informe emitida se brindó un periodo hábil para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de la nota. Una vez analizadas las respuestas de la Administración, se procedió a la confección de este informe.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es realizar la ampliación de la calzada existente y la rehabilitación del pavimento existente en la Ruta Nacional N°32, en la sección comprendida entre: Intersección Ruta Nacional N°4 (Cruce de Sarapiquí) - Limón (Figura 1). El proyecto tiene una longitud de 107,24 km y de acuerdo con el contrato original incluye las siguientes actividades:

- 107,24 kilómetros de ampliación a cuatro carriles sobre la base de siete secciones transversales típicas, incluyendo ciclovías y aceras
- 5 intersecciones de dos niveles
- 36 puentes nuevos y los existentes a ser rehabilitados
- 23 puentes peatonales
- 176 bahías para autobuses
- 18 accesos a calles existentes
- 26 kilómetros de marginales de 4 metros de ancho

No obstante, por medio de la Adenda 7 se eliminó del alcance las intersecciones de dos niveles y se añadió la construcción de 9 rotondas en el proyecto.

Las obras fueron desarrolladas a partir de las actividades y procesos constructivos como: movimiento de tierras, muros de concreto, elementos estructurales, obras de protección

geotécnicas, topografía, obras de drenaje, pavimentos, señalización vial e iluminación, mismos que fueron auditados por el LanammeUCR y que dan sustento al presente Informe.

Figura 1. Localización del proyecto de ampliación de la RN No. 32

AUDIENCIA PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0227-2024

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-333-2022 del 02 de abril de 2025, se envió el presente informe en versión preliminar (identificado como EIC-Lanamme-INF-0287-2025) 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, este plazo finalizó el 16 de abril de 2025.

Adicionalmente, el día jueves 10 de abril de 2025, se realizó con el auditado la presentación oral de los resultados del informe preliminar por medio de una plataforma virtual con el fin de comentar los aspectos contenidos en el mismo. A esta actividad asistieron los siguientes participantes:

Ronald Alfaro	Gerente Unidad Ejecutora
Ronny Sánchez	Ingeniero Unidad Ejecutora
Eddy Ramírez	Gerente de Proyecto UNOPS
Wendy Sequeira Rojas	Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR
Francisco Fonseca Chaves	Auditor técnico LanammeUCR
Sergio Guerrero Aguilera	Auditor técnico LanammeUCR
Stephan Rodríguez Shum	Especialista USVT LanammeUCR

Como descargo al informe en versión preliminar EIC-LANAMME-INF-0287-2025, el jueves 21 de marzo del 2024, se recibió vía correo electrónico el oficio CARTA-CONAVI-UE32-01-2025-0315 (0397), remitido por la Unidad Ejecutora, en el que se adjuntó el oficio de referencia

24024-250512-UNOPS-JSR-362 (de fecha 12 de mayo de 2025), donde la Supervisora brinda descargo al informe.

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en mención (ver Anexo 2) y considerando la evidencia presentada, se procedió a emitir el informe EIC-Lanamme-INF-0287-2024 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.

RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Los hallazgos y observaciones señalados 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 miembros del equipo auditor participante en la auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de los ensayos realizados a 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, a pesar de no ser necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. No obstante, se destaca que estas tienen la misma **relevancia técnica** que un hallazgo.

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deberían ser valoradas por parte de la Administración, planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimientos en el proyecto auditado y para proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.

SOBRE EL DISEÑO DE LAS ROTONDAS DEL PROYECTO

HALLAZGO NO. 1. NO SE LOGRA EVIDENCIAR QUE SE REALIZAN ANÁLISIS DEL RASTREO DE LAS TRAYECTORIAS DEL VEHÍCULO DE DISEÑO A TRAVÉS DE LAS MANIOBRAS DE GIRO CRÍTICAS EN LAS ROTONDAS CONSTRUIDAS Y POR CONSTRUIR EN LA RUTA 32.

A continuación, se resumen las principales observaciones realizadas por los expertos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes del Lanamme, las cuales fueron emitidas mediante el oficio EIC-Lanamme-1420-2024.

Geometría de las rotondas

Los expertos en seguridad vial indicaron que las rotondas deben cumplir con los diámetros inscritos y con las trayectorias de movimiento de giro establecidos en los planos constructivos propuestos, esto para garantizar la transitabilidad segura de los vehículos de diseño y por

consiguiente de los demás usuarios. En la Tabla 2 se enlistan los diámetros inscritos de cada una de las rotondas y en la **Tabla 2** su comparación con la documentación de referencia. Es importante indicar que de la normativa referenciada solo SIECA es de índole contractual.

Tabla 2. Diámetro inscrito y radios de diseño de las rotondas

Rotonda	Diámetro Inscrito (m)[3]	Radio Inscrito (m) [3]	Radio de la Isla Central (m) [3]	Ancho de la Superficie Montable (m) [3]	Radio de Entrada (m) [3, 4]
La Unión	40,64	20,32	11,49	8,81	20,32
Codela	48,00	24,00	15,00	13,00	16,94
Herediana	48,00	24,00	15,00	12,50	15,00
Siquirres	46,00	23,00	14,00	11,62	ND[5]
Mangales	48,00	24,00	15,00	12,50	14,78
Barbilla [1]	41,96	20,98	11,99	9,49	13,00
Matina	46,00	23,00	14,00	13,94	15,00
APM	47,98	23,99	15,00	11,50	22,23
Moín [2]	62,00	31,00	20,00	17,5	15,00

1. En el caso de Barbilla, se registra el radio de entrada correspondiente al sentido Limón – San José, esto debido a la ubicación de sus accesos.
2. En los planos de la rotonda de Moín no se encontró las cotas sobre el diámetro inscrito y los radios de diseño por lo que fue medido por esta auditoría.
3. Tomados a partir de las vistas en planta de las rotondas. Estos valores pueden cambiar para las rotondas que tienen una forma diferente a un circulo.
4. Se muestra el dato de uno de los accesos de la rotonda
5. No definido

Tabla 3. Rangos de diámetro inscrito típicos según el vehículo de diseño para una rotonda de dos carriles

Fuente	Vehículo de Diseño	Rango de diámetro inscrito para rotondas de dos carriles (m)	Rotondas que cumplen	Rotondas que incumplen
NCHRP (2010)	WB-67 (WB-20)	50-67 (diámetro típico)	Moín	Unión, Codela, Herediana, Siquirres, Mangales. Barbilla, Matina y APM
FHWA (2000)	WB-67 (WB-20)	55-60 (diámetro recomendado para rotondas rurales)	Ninguna	Unión, Codela, Herediana, Siquirres, Mangales. Barbilla, Matina, APM y Moín
SIECA (2011)[1] (contractual)	ND[2]	15 – 100	Todas	Ninguna

Nota: [1] Los rangos establecidos por Sieca (2011) incluyen las rotondas normales, mini-rotondas y rotondas a desnivel y no viene una segregación de valores prácticos por tipo de rotonda

[2] Al no presentar segregación de valores prácticas por tipo de rotonda, no está definido claramente el vehículo de diseño

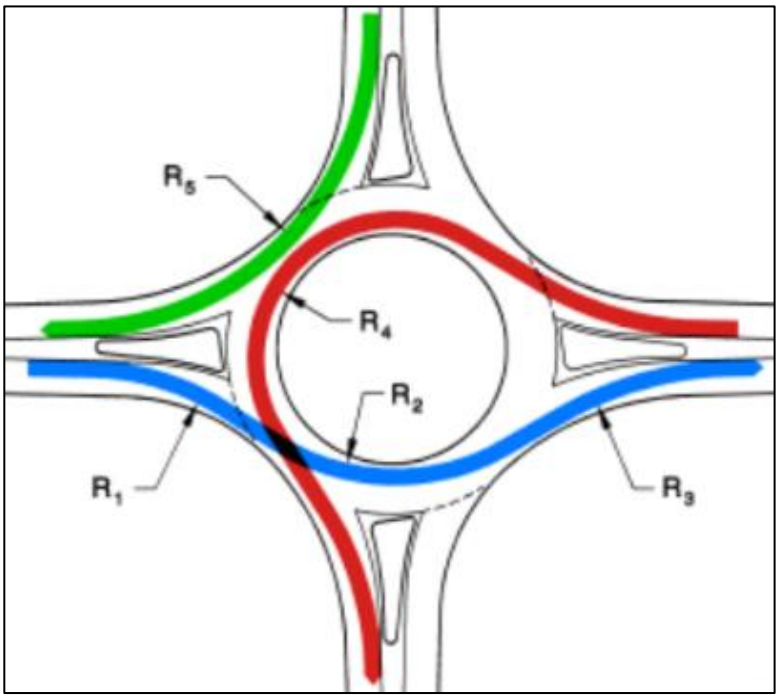
En el caso de SIECA se observa que existe cumplimiento de los diámetros mínimos requeridos, sin embargo, se recalca que no hay una segregación de valores prácticos por tipo de rotonda, como si lo hace por ejemplo FHWA. Adicionalmente, utilizando los valores de la Tabla 2 como referencia, se puede concluir que de acuerdo con NCHRP (2010) para el vehículo de diseño WB-20, ocho de las nueve rotondas indicadas tienen un diámetro inferior a los diámetros inscritos típicos para rotondas y en el caso de la normativa FHWA (2000) se determina que ninguna rotonda posee un diámetro superior al mínimo establecido.

Además, NCHRP (2010, p. 6-18) indica que, en una zona rural de mayor velocidad, una rotonda pueda tener un diámetro más grande, ya que es posible circulen camiones grandes, al tiempo que proporciona mayor visibilidad y control de velocidad. No obstante, dicha normativa establece que se debe revisar el cumplimiento de las trayectorias de movimiento de giro para la definición final de los radios.

Para realizar estos análisis, es de gran importancia determinar el rastreo de las trayectorias del vehículo de diseño a través de las maniobras de giro críticas, para de este modo, ajustar la geometría de la rotonda hasta alcanzar la velocidad y las condiciones de manejo óptimas para minimizar los accidentes. En la Figura 2 se pueden observar las trayectorias de diseño para las maniobras de giro críticas. De acuerdo con (FHWA, 2000), se deben verificar cinco radios de ruta crítica para cada acceso:

- R_1, el radio de la ruta de entrada es el radio mínimo en la trayectoria directa más rápida, es la trayectoria más rápida del movimiento directo antes de la línea de ceda.
- R_2, el radio de la trayectoria en circulación es el radio mínimo de la trayectoria más rápida alrededor de la isla central de la rotonda.
- R_3, el radio de la trayectoria de salida es el radio mínimo de la trayectoria más rápida hacia la salida.
- R_4, el giro a la izquierda radio de trayectoria, es el radio mínimo en la trayectoria del movimiento de giro a la izquierda en conflicto.
- R_5, el radio de la trayectoria de giro a la derecha es el radio mínimo en la trayectoria más rápida de un vehículo que gira a la derecha.

Figura 2. Radios de trayectorias de las maniobras de giro críticas



Nota. Tomado de *Roundabouts: An Informational Guide* (p. 139), por Federal Highway Administration, 2000

Específicamente, Sieca (2011) indica que:

> *"En el mercado existe diferente software (programas de computación) que resultan de gran utilidad para el profesional del diseño de carretera, ya que le permite simular rápida y en forma simple las maniobras de giro de los vehículos en dibujos CAD o de otro tipo. Se utilizan estas herramientas para el diseño de intersecciones, áreas de carga, estacionamientos, estaciones de servicio y otras instalaciones que requieran facilitar el movimiento de vehículos automotores. El programa escoge el vehículo de diseño, simula movimientos hacia adelante y de retroceso para uno o varios vehículos a la vez, y describe la trayectoria del vehículo en los alineamientos proyectados en intersecciones y otros lugares críticos*." (p. 182)

Es criterio del equipo auditor y de los expertos en seguridad vial que es necesario realizar los análisis de las maniobras de giro de los vehículos mediante programas de computación de simulación, tal como lo menciona el Sieca, para poder determinar si la geometría de la solución propuesta cumple con las condiciones necesarias para asegurar el correcto tránsito de los vehículos que pasan por la vía.

A partir de lo anterior se consultó a la Administración, mediante el oficio EIC-Lanamme-1420-2024 del 19 de diciembre de 2024 si se habían realizado este tipo de análisis de trayectoria en las rotondas a las velocidades de operación y con los tipos de vehículos que van a pasar por estas intersecciones, con la finalidad de garantizar su buen funcionamiento. El 5 de febrero de 2025 mediante oficio UE32-DRA-01-2025-0085 (0397) la Unidad Ejecutora indica que solicitó a los consultores este tipo de análisis y una vez que tuvieran una respuesta, se le estará

facilitando la información al Lanamme. A la fecha de emisión de la versión final de este informe no se ha recibido información adicional sobre este particular.

En el descargo CARTA-CONAVI-UE32-01-2025-0315 (0397) y nota Ref. 24024-250512-UNOPS-JSR-362 no se emitieron criterios en relación con el contenido específico del hallazgo. Por lo tanto, no se modifica el contenido y naturaleza del Hallazgo No.1.

OBSERVACIÓN NO. 1. LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ROTONDAS NO PROPORCIONAN JUSTIFICACIONES TÉCNICAS QUE RESPALDEN LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTA SOLUCIÓN COMO LA MEDIDA DE SUSTITUCIÓN ADECUADA PARA LAS INTERSECCIONES INTERVENIDAS.

A continuación, se resumen las principales observaciones realizadas por los expertos de seguridad vial al informe indicado

Sobre el contenido del estudio funcional de intercambios y retorno – obras del diseño funcional proyecto diseño, rehabilitación y ampliación Ruta Nacional N.° 32 Fase 1, de RQ Ingeniería

El estudio inicia aclarando que el informe forma parte de la Fase 1 de la contratación de estudios funcionales varios para el proyecto. Se menciona que la Fase 1 “corresponde a una adenda a la contratación original -por solicitud expresa por parte del Ministro de Obras Públicas y Transporte y de la Unidad Ejecutora Ruta 32- de analizar una serie de obras que forman parte del diseño original del proyecto de ampliación de la ruta nacional” (p.1).

> *Se indica en el informe que lo que se busca es comparar la capacidad funcional de intersecciones, pasos a desnivel y retornos y compararlos contra la capacidad funcional de configuraciones operativas más sencillas y menos costosas, con el fin de “determinar la vialidad de modificar el diseño existente por soluciones menos complejas” (p.1).*

De acuerdo con lo mencionado en el informe, se le dio prioridad al análisis de la infraestructura contemplada en el estudio, dado que la misma se encontraba en construcción. En el informe se aclara que se acordó en conjunto con la unidad ejecutora del proyecto realizar un trabajo de campo, en un plazo reducido. El informe menciona explícitamente consideraciones como las siguientes:

> *“debido a las limitaciones de tiempo para realizar el trabajo de campo, para la determinación de la demanda de los retornos, no se aplicó la metodología descrita en el contrato original, optando más bien por una solución simplificada como la descrita en el párrafo anterior. Esto según lo acordado con la Unidad Ejecutora…” (p. 4)*

Adicionalmente, se debe prestar atención a la premura con la que se solicitó la elaboración del informe, ya que esto podría generar que los insumos de ese informe fueran insuficientes para

poder realizar el análisis más adecuado. Esto lo estableció el mismo informe como se menciona a continuación

> *"La metodología propuesta en el contrato original para las estimaciones de demanda de tránsito en los retornos, que será utilizada para los siguientes estudios por realizar, requiere como insumo base de los resultados de encuestas origen-destino aplicadas en diferentes puntos de interés. Para la elaboración de la herramienta por utilizar, la coordinación logística de las labores, y el trabajo de campo como tal; se requiere de un plazo de varias semanas, por lo que resultó inviable llevarlo a cabo para este estudio, debido a que se trabajó con un cronograma sumamente ajustado." (pp. 4-5).*

El análisis funcional se realizó para los escenarios 2023 y 2024 en siguientes puntos:

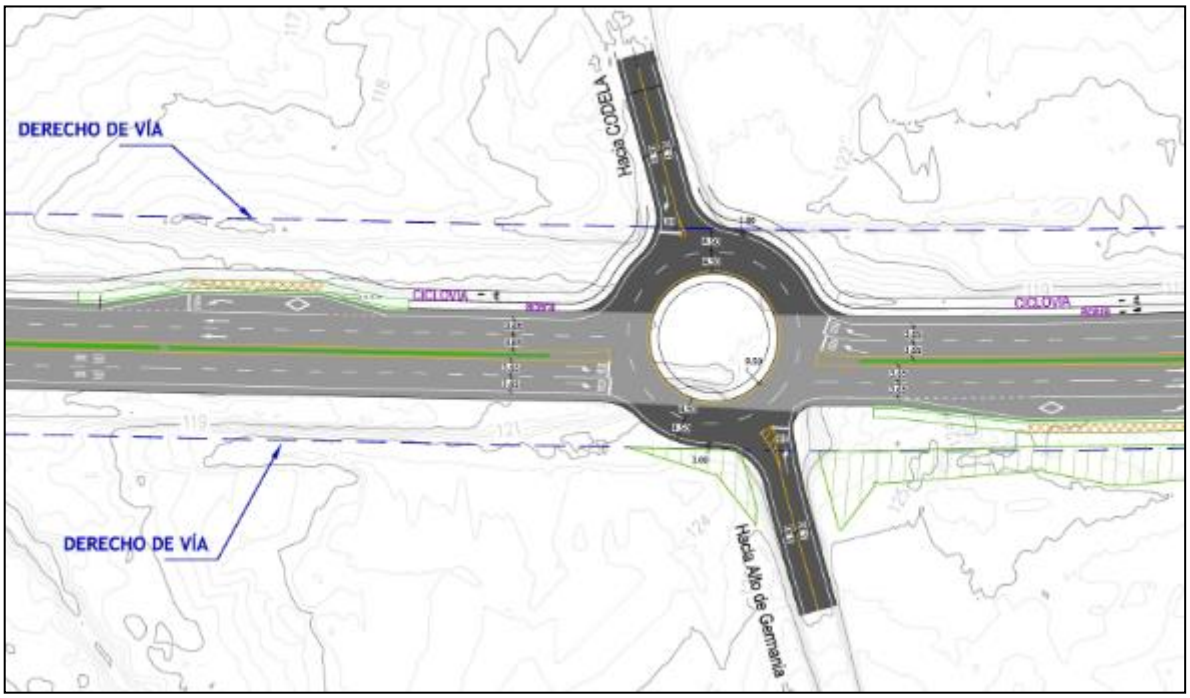
- PSV 57+568 (cruce Calle Danta)
- PSV 59+843 (cruce Calle Tractor, Guápiles)
- PSV 61+696 (al oeste del cruce con la Ruta Nacional 249, Guápiles)
- PSV 62+890 (cruce con la Ruta Nacional 247, Guápiles)
- PSV 64+579 (cruce con Calle Uno, Guápiles)
- PSV 67+206 (centro de Jiménez)
- Retorno 86+222 (cercanías de Germania)
- PSV 90+331 (La Herediana, Siquirres)
- IC 97+300 (Siquirres centro)
- PSV 147+180 (entrada a terminal APM)

Ante lo solicitado por la Unidad Ejecutora en las intersecciones PSV 61+696 y PSV 64+579 se estudió el escenario de la eliminación de los intercambios a desnivel. Es importante resaltar que este estudio se solicitó, aun cuando ya se contaba con la construcción del bastión central del paso vial superior, lo cual deja en evidencia la premura con la que se realizó el estudio. Asimismo, se realizó la consulta sobre qué se planea hacer con el bastión central ya construido en caso de que no se realice el PSV, de modo que se asegure un uso eficiente de los recursos públicos.

Luego, para el caso del retorno 86+222, se indica que "los problemas de expropiaciones han retrasado el proceso constructivo", sin embargo, el análisis realizado por RQ Ingeniería se centró en estimar la demanda en los retornos y determinar si los mismos son necesarios, por lo que por medio del oficio UE32-DRA-09-2024-0045 (0397) se adjuntó el informe final del estudio funcional de la Ruta 32, en donde RQ Ingeniería recomendaron no eliminarlo. Los otros PSV listados anteriormente se encontraban en una situación similar de problemas de expropiaciones y por tanto presentaban un retraso en su construcción o el inicio de esta, por lo que también se incluyeron en los análisis realizados por RQ.

Por otra parte, se propuso construir una rotonda en la intersección entre las rutas nacionales 32 y 812 (KM 84+859), el esquema de la intersección propuesta en el informe se muestra en la **Figura 3**

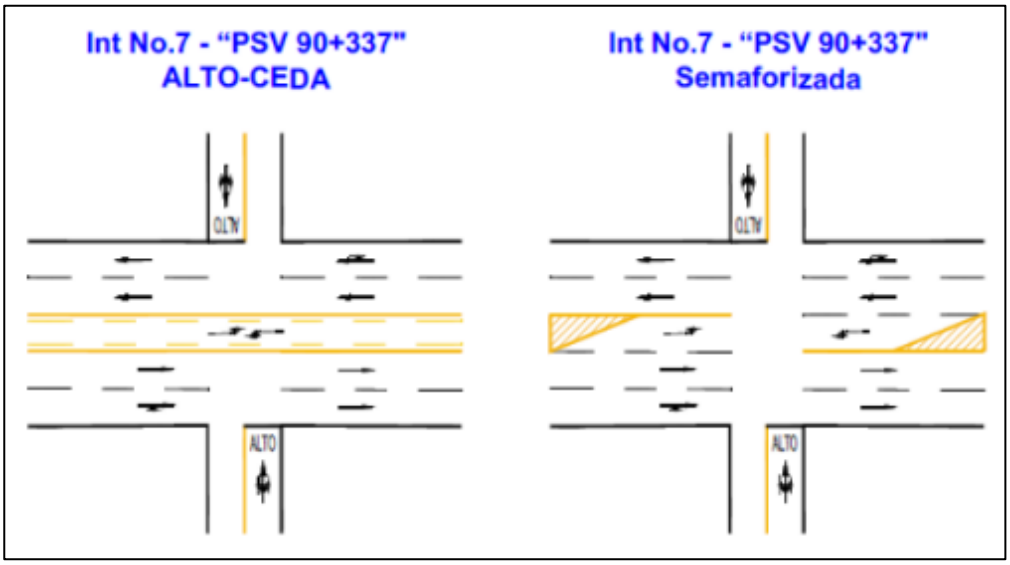
Figura 3. Esquema de rotonda propuesta en la intersección de las rutas nacional 32 y 812 (KM 84+859)



Nota: Tomado de RQ Ingeniería de Tránsito Sociedad Anónima (2023) (p.101).

En otros casos, como el del PSV 90+337, el consultor analizó diferentes alternativas, como lo fueron el permitir solo giros derechos con rampas, intersección con todos los giros permitidos bajo las regulaciones con rotonda, semáforo o solo señales de Alto y Ceda, ver .**Figura 4**

Figura 4. Esquema de alternativas de intersección regulada con Alto o con semáforo evaluadas para el PSV 90+337, Pasos en la iniciación del proceso de planeación de un proyecto.



Nota: Tomado de RQ Ingeniería de Tránsito Sociedad Anónima (2023) (p. 65).

El estudio indicó, además, que para las otras alternativas diferentes a la rotonda:

> *"las maniobras de retorno insatisfechas deberán ser resueltas mediante la vialidad local, lo que podría generar una desmejora en la capacidad de estas rutas." (p. 66)*

El estudio, llama la atención respecto a las intersecciones a nivel, ya sean reguladas por señales de Alto o por rotonda:

> *"a pesar de contar con la capacidad suficiente, estas soluciones sí implicarían cambiar la velocidad máxima de la carretera en algunos tramos del proyecto. Lo anterior debido a que una autopista de alta velocidad no puede tener intersecciones a nivel de este tipo, por lo que sería necesario incluir dentro del diseño medidas de tránsito calmado. Pasaría de ser una carretera de alta velocidad a una carretera de carácter urbano más bien, con velocidades de operación menores." (pp. 103, 104)*

Por lo tanto, con base en lo anterior es importante resaltar que cualquier intervención que involucre una intersección a nivel puede desmejorar el funcionamiento de la autopista, debido a que disminuir la velocidad de operación en algunos tramos conlleva a un cambio en el carácter de la carretera y por ende a un desempeño diferente del originalmente concebido. Ahora, si bien es cierto la ventaja de la intersección regulada con Alto respecto a la rotonda es que se evita la reducción de la velocidad de los vehículos, desde el punto de vista de seguridad vial "existe una gran exposición al riesgo al realizar las maniobras de giro izquierdo." (p. 104).

En términos generales, de acuerdo con los análisis de capacidad presentados en el informe de RQ Ingeniería de Tránsito Sociedad Anónima (2023), las propuestas analizadas cuentan con capacidad suficiente para manejar la demanda de tránsito esperada. Específicamente, se

indica que: “En todos los casos analizados, modificar la propuesta de diseño original por una intersección a nivel tipo rotonda o regulada por ALTO-CEDA, no implicaría una desmejora significativa en la capacidad del intercambio”. (p.123)

En el Cuadro 78 del documento (pp. 115-118) el informe resume algunas ventajas y desventajas generales de las alternativas analizadas. Por ejemplo, de un intercambio a desnivel se destaca que permite mantener altas velocidades de operación en el corredor principal, así como reducir el número de posibles conflictos entre vehículos, no obstante, necesitan extensos espacios superficiales y tienen costos y plazos constructivos elevados. Por otro lado, una intersección a nivel como el Alto-Ceda permite mantener un flujo constante y en el corredor principal se percibe la vía como rápida, aunque sea un tramo sub-urbano; sin embargo, no permite maniobras de retorno ni puede ser usada en altas velocidades. Igualmente, en el informe de RQ Ingeniería se presenta el mismo tipo de análisis para otro tipo de intercambios.

Adicionalmente, en el Cuadro 79 del documento (pp. 118-121) indica que en los casos que se recomienda sustituir el diseño actual por intersección tipo rotonda se recomienda bajar el nivel de clasificación de la carretera en el tramo de influencia. Por ejemplo, en el intercambio del PSV 57+568 se recomienda sustituir el diseño actual por una intersección tipo rotonda, así como bajar el nivel de clasificación de la carretera y analizar la factibilidad constructiva. Por otro lado, en el intercambio IC 97+300 se recomienda conservar la propuesta de diseño actual, trasladando la solución al intercambio IC 98+415.

El informe indica que las demoras adicionales debido solamente a la desaceleración y aceleración de los vehículos por pasar por 5 intersecciones a nivel podría generar aumentos de 5 minutos en el tiempo de viaje. Por otro lado, el informe recomienda mayores longitudes de reducción de velocidad para “lograr soluciones de paso peatonal a nivel”. (p. 122).

Es criterio del equipo auditor que, un análisis basado solamente en demoras en cada uno de los puntos de acceso a la rotonda brinda únicamente información para ese punto en particular y no brinda un indicador global para el intercambio o intersección analizada. Por lo tanto, es criterio de esta auditoría y de los expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes del LanammeUCR, que el estudio funcional elaborado no realiza un análisis financiero comparativo de las alternativas para solventar estos cruces, centrándose únicamente en aspectos funcionales relacionados con las demoras y longitudes de cola de cada intersección.

Entonces, al considerar el escenario de eliminar los pasos a desnivel en diferentes puntos del proyecto, obliga a los vehículos, tanto livianos como de carga, a detenerse totalmente, o reducir significativamente la velocidad, lo cual podría conducir a un riesgo de eficacia reducida. En este caso particular, dado que la ruta tiene un marcado carácter de tránsito de larga distancia y que la implementación de las rotondas se puede presentar de manera aislada en el proyecto, es criterio del equipo auditor que no existen justificaciones técnicas suficientes para la

implementación de las rotondas. Incluso en este apartado el estudio no evidencia que exista un análisis integral del corredor ya que a cada intersección es analizada de forma individual, aspecto que no tiene una relevancia técnica suficiente para justificar la implementación de rotondas, por lo que no es de recibo -para esta auditoría- dicho argumento.

Es importante señalar que estas situaciones fueron alertadas mediante oficio EIC-Lanamme-750-2024 del 5 de julio de 2024. Mediante el oficio UE32-DRA-09-2024-0612 (0397) del 5 de agosto de 2024 la Unidad Ejecutora advirtió que es consciente que la propuesta de las rotondas provisionales pretende utilizar el derecho de vía existente, y esta limitación desde luego que afecta la eficiencia del sistema de intercambio que se requiere, pero constituye una limitación esencial que explica las posibles deficiencias funcionales que puedan presentarse.

Adicionalmente, adjunto al oficio de la Unidad Ejecutora se recibió el oficio Ref. 24024-240729-UNOPS-JSR-363 del 29 de julio de 2024 por parte de la Supervisora en la cual se indicó que las recomendaciones brindadas por el LanammeUCR, a pesar de ser válidas y relevantes, deberían considerarse para futuros proyectos debido a la etapa en la que se encontraba el proyecto en cuestión, para ese momento.

Es criterio del equipo auditor que no es de recibo que se desmejoren las condiciones viales del proyecto por situaciones previsibles de las cuales se tenía conocimiento desde el inicio del proyecto, como lo son las expropiaciones. Por lo tanto, no es aceptable que se eliminen los PSV concebidos originalmente y se sustituyan por soluciones que pueden impactar negativamente el desempeño del proyecto, como lo es una intersección a nivel en el caso de las rotondas. Asimismo, en el descargo CARTA-CONAVI-UE32-01-2025-0315 (0397) y nota Ref. 24024-250512-UNOPS-JSR-362 no se emitieron criterios en relación con el contenido específico de la observación. Por lo tanto, no se modifica el contenido y naturaleza de la Observación No.1.

OBSERVACIÓN NO. 2. EXISTEN OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LOS DISEÑOS PROPUESTOS DE LAS ROTONDAS

Sobre oportunidades de mejora que se podrían implementar en las rotondas del proyecto

Como parte del proceso de auditoría se procedió a revisar los planos constructivos de las rotondas propuestas en el proyecto. A partir de esto, se analizó la normativa internacional para identificar oportunidades de mejora sobre los diseños propuestos.

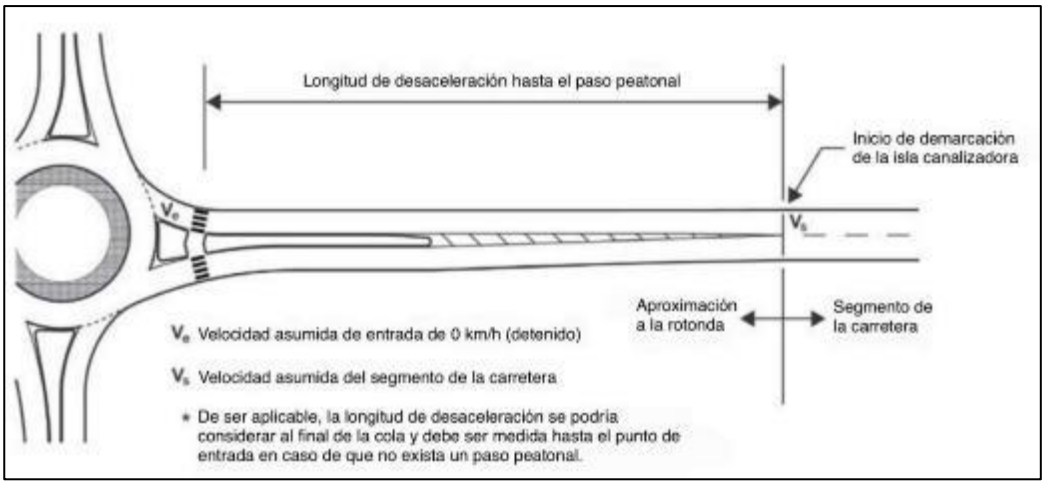
En primer lugar, es recomendable que esta clase de decisiones -sobre el tipo de control y la forma de las intersecciones- sean definidas en las primeras etapas del proceso de desarrollo del proyecto, especialmente durante las primeras etapas de planificación, cuando los costos del proyecto y los impactos públicos aún son bajos.

Es importante recalcar, que en el caso de seleccionar intersecciones de tipo rotonda se debe

considerar que las principales necesidades operativas y de seguridad en estas intersecciones se encuentran relacionadas con alertar a los conductores sobre la intersección inminente y proporcionar una amplia distancia para desacelerar cómodamente a la velocidad adecuada, lo cual toma mayor relevancia al considerar que es una autopista con niveles de operación B y C con una velocidad de diseño de 100 km/h.

Luego, es recomendable considerar las distancias de desaceleración de los manuales de diseño geométrico que incluyen longitudes mínimas que representan condiciones de desaceleración rápida que pueden resultar incómodas para pasajeros y vehículos pesados. Asimismo, los cruces de peatones en carriles de giro canalizados pueden ser un desafío para los peatones no videntes, a menos que se apliquen los tratamientos adecuados.

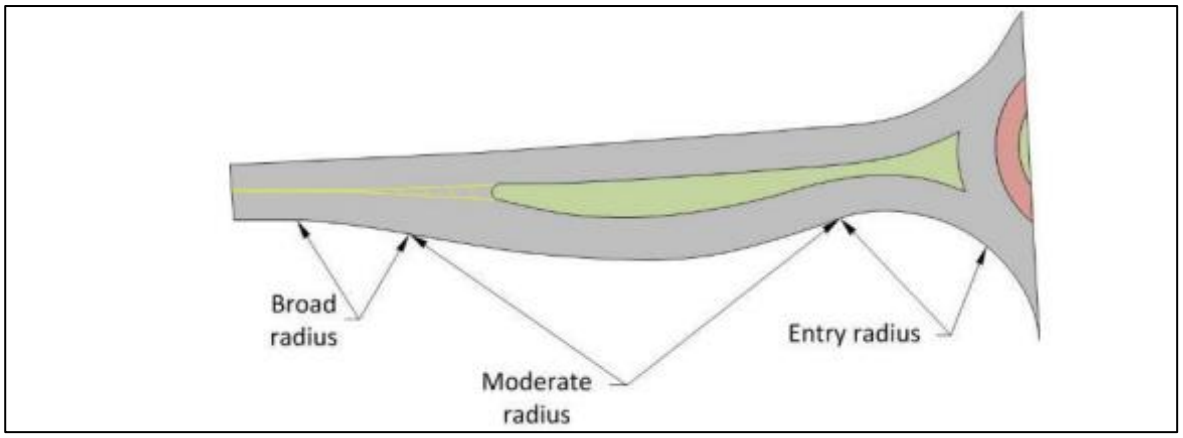
Figura 5. Longitud de desaceleración en el acceso de una rotonda



Nota: Adaptado de NCHRP (2007).

Se recomienda consultar el NCHRP (2007) sobre el efecto que podrían tener los diferentes elementos de la rotonda en la seguridad vial. Por otro lado, el análisis de rotondas requiere la consideración de medidas de mitigación para procurar una adecuada reducción de la velocidad a través de elementos de transición en la geometría, como por ejemplo con la implementación de chicanas en los accesos tal como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Configuración esquemática de chicanas en un acceso de una rotonda.



Nota: Washington State of Transportation (2023).

Además, de seleccionar una intersección de tipo rotonda algunas consideraciones relacionadas con posibles tratamientos no relacionados con la geometría en rotondas pueden ser los siguientes:

- Colocación de delineadores en los accesos
- Ubicación adecuada de la iluminación antes, en y después de la rotonda
- Ajardinar adecuadamente la isla central
- Evitar señalización excesiva antes o en el acceso a la rotonda
- Jardinería de las islas divisorias antes de la entrada
- Aceras independientes con jardineras
- Jardinería de la calzada entre el cordón de caño y la acera
- Señales de salida iluminadas internamente (ver Figura **7**)
- Aumento en la cantidad de señales tipo chevron en la isla central
- Aumento del tamaño de las señales tipo chevron en la isla central
- Áreas demarcadas con líneas diagonales, como alternativa a las islas divisorias largas
- Repetición en el uso de flechas de asignación de carril para reafirmar el uso del carril
- El uso de material termoplástico en lugar de pintura de tránsito
- Bolardos con iluminación interior (ver Figura 8)

Figura 7. Ejemplo de señal preventiva iluminadas con luces LED

Nota: Tomado de Institute of Transportation Engineers (2015).

Figura 8. Ejemplos de bolardos iluminados internamente

Nota: Tomado de Scott y Lenters (2005).

Por lo tanto, si bien es cierto no se recomienda cambiar la geometría de las intersecciones que fueron definidas en el diseño original, en el caso de seleccionar intersecciones tipo rotonda es criterio de esta auditoría que según las buenas prácticas de la ingeniería deben considerarse las recomendaciones anteriores.

Es importante señalar que estas situaciones fueron alertadas mediante oficio EIC-Lanamme-750-2024 del 5 de julio de 2024. Mediante el oficio UE32-DRA-09-2024-0612 (0397) del 5 de agosto de 2024 se indicó que las rotondas eran soluciones temporales y que se realizaban para poder utilizar el derecho de vía existente y que pensaban analizar, en conjunto con el contratista, los cambios que se podían implementar.

Mediante respuesta UE32-DRA-09-2024-1038 (0397) del 10 de diciembre de 2024 en el cual se informe que algunas de las medidas propuestas por el Lanamme van a ser implementadas en las rotondas por construir. Estas medidas, en general, se basan en demarcación horizontal y señalización vertical, sin embargo, es criterio del equipo auditor que, dada su naturaleza, podrían perder efectividad en el tiempo, sea por deterioro de los elementos o por familiarización de las medidas por parte de las personas usuarias, por lo que se recomienda valorar medidas de pacificación vial adicionales.

Finalmente, a partir de la remisión de este informe en versión preliminar, la Unidad Ejecutora respondió mediante el oficio CARTA-CONAVI-UE32-01-2025-0315 (0397), medio por el cual remiten el oficio 24024-250512-UNOPS-JSR-362 de la Supervisión de fechas del 12 de mayo del 2025. En este indican que comprenden el rol que lleva por delante la Administración, por lo cual entienden que priva el criterio técnico y necesidades programáticas por las que se rija la Administración para tomar decisiones respecto a los diseños y su implementación. Asimismo, consideran que si bien es cierto las rotondas pueden ser mejorables, no representan riesgos de seguridad adicionales con base en que no ha trascendido en cantidad ni en impacto accidentes en dichas zonas.

Con respecto a la respuesta anterior, es criterio del equipo auditor que si bien es cierto la Supervisión comprende que las necesidades de la Unidad Ejecutora son prioridades para no incurrir en atrasos o sobrecostos, también es parte de su responsabilidad asegurar que este tipo de cambios en el proyecto se lleven a cabo de acuerdo con las mejores prácticas ingenieriles.

Al respecto del comentario de la Supervisión de que algunas las recomendaciones del Lanamme respecto a las rotondas construidas, llegaron a destiempo, se destaca la correspondencia especificada en la Tabla 1, donde se muestra que por medio del oficio EIC-Lanamme-1245-2023 del 12 de diciembre de 2023 se solicitó información sobre los estudios funcionales de las rotondas. Asimismo, la construcción de dichas rotondas comenzó el mes de abril del 2024, por lo que si bien es cierto el criterio técnico sobre los estudios de rotondas se emitió el 05 de julio del 2024 por medio del oficio EIC-Lanamme-750-2024, se considera que la Administración dispuso del tiempo suficiente para evaluar y aplicar las recomendaciones emitidas.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

HALLAZGO NO. 2. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN EL 75% DE LAS MUESTRAS DE MICROESFERAS DE VIDRIO, EN EL 80% DE LAS MUESTRAS DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO Y EN EL 85% DE LAS MUESTRAS DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO ENSAYADO EN SITIO PARA LA DEMARCACIÓN VIAL.

Como complemento al proceso de fiscalización que la Unidad de Auditoria Técnica realiza al proyecto se contó con el criterio de expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT) del LanammeUCR. En relación con los resultados de calidad de los materiales de demarcación utilizados en el proyecto, se han emitido diversos informes por parte de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT) sobre la calidad de los materiales utilizados para la demarcación del proyecto. Entre ellos se encuentran los siguientes informes:

- USVT-INF-CT-03-2023: "Evaluación de captaluces al proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"
- USVT-INF-CT-04-2023: "Evaluación de microesferas de vidrio utilizadas en la demarcación vial proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"
- USVT-INF-CT-05-2023: "Evaluación de material termoplástica utilizado en demarcación vial proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"
- USVT-INF-CT-06-2023: "Evaluación de desempeño de la demarcación vial horizontal retrorreflectiva utilizada en el proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"
- USVT-INF-CT-08-2023: "Evaluación de material termoplástico utilizado en demarcación vial proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"
- USVT-INF-CT-09-2023: "Evaluación de captaluces del proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"
- USVT-INF-CT-23-2023: "Evaluación de material termoplástico utilizado en demarcación vial proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4 – Limón"

Los resultados de los informes anteriores fueron remitidos por medio del oficio EIC-Lanamme-523-2023 del 30 de junio del 2023, en el cual se reportaron ensayos de muestreos realizados entre el 09 de marzo del 2023 (captaluces, microesferas y material termoplástico), 20 de marzo del 2023 (retrorreflectividad y material termoplástico) y el 20 de abril del 2023 (captaluces). Luego, por medio del oficio EIC-Lanamme-1093-2024 del 8 de octubre del 2024 se remitió el informe EIC-Lanamme-INF-1578-2024_LMP. Estos muestreos se realizaron el 03 de setiembre

del 2024 para material termoplástico y microesferas. A partir de los ensayos se obtuvieron los resultados de laboratorio para los materiales muestreados en sitio utilizados para la demarcación vial y su respectivo análisis en función de la normativa nacional vigente, los resultados obtenidos por el LanammeUCR se presentan en la Tabla 5, y a continuación se comentan los mismos.

- Captaluces

Sobre la calidad de los captaluces se determinó que, para la muestra evaluada, estos cumplen con los requisitos de dimensiones, resistencia a la delaminación y resistencia al impacto establecidos para captaluces tipo A y tipo B de acuerdo con la norma INTE W38:2017. Asimismo, para el material bituminoso evaluado, con el cual se adhieren los captaluces a la superficie, se comprobó que cumple con el requisito de punto de ablandamiento en glicerina según la norma INTE W38:2017.

- Retrorreflectividad

Además, se realizaron mediciones de retrorreflectividad inicial el día 20 de marzo del 2023, en aquellos tramos que se encontraban en el lapso entre 7 y 14 días de colocación de la pintura y las microesferas, según lo establecido en la norma INTE Q46. En la Tabla 4 se identifican los estacionamientos de los tramos donde se evalúo la retrorreflectividad. A partir de los resultados obtenidos, se determinó que la retrorreflectividad de las líneas de demarcación vial horizontal evaluadas para el material termoplástico blanco y amarillo cumplen con lo indicado en la norma INTE Q46:2021.

Tabla 4. Resultados de ensayos y evaluación del material termoplástico en laboratorio.

Estacionamientos	Ubicación por sentido	Tipo de línea	Color
126+000 – 126+125	Guápiles – Limón	Continua	Amarilla
127+600 – 127+725	Guápiles – Limón	Continua	Amarilla
127+725-127+850	Limón - Guápiles	Continua	Blanca
124+475-124+600	Guápiles – Limón	Continua	Amarilla
122+000-121+875	Guápiles – Limón	Continua	Amarilla
121+875-122+000	Guápiles – Limón	Continua	Blanca
98+275-98+400	Guápiles – Limón	Continua	Amarilla
98+275-98+400	Guápiles – Limón	Discontinua	Blanca
98+275-98+400	Guápiles – Limón	Continua	Blanca

- Material termoplástico

De los análisis realizados se puede observar que el material termoplástico blanco ensayado en laboratorio cumple con los parámetros de punto de ablandamiento y color. En el caso de contenido de aglutinante sí se observan incumplimientos en una de las tres muestras ensayadas, así como también en el valor de contenido de partículas insolubles dos de tres muestras presentan incumplimientos. Asimismo, también se aprecia incumplimientos de la muestra M-1750-2024 (termoplástico amarillo) en el ensayo de contenido de aglutinante,

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr

pues los valores son inferiores al mínimo de 18%. Como se indicó anteriormente todos estos resultados se comunicaron oportunamente.

Tabla 5. Resultados de ensayos y evaluación del material termoplástico en laboratorio.

Material	Método de ensayo	Norma de requisito	Requisito	Resultado laboratorio	Observación
Termoplástico blanco M-1536-2024	Punto de Ablandamiento INTE Q38/ ASTM D36	INTE Q44-3	102,5 ± 9,5 °C	105,5 ± 0,7 °C	Cumple
	Aglutinante ASTM D4797	INTE Q44-3	18% min	19,50 % Desviación 0,1	Cumple
	Contenido de partículas insolubles ASTM D4797	INTE Q44-3	30%-40%	28,53 % Desviación 0,05	**No Cumple**
	Color INTE Q41	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	1,66 Cielabs Desviación 0,04	Cumple
Termoplástico amarillo M-0307-2023	Punto de Ablandamiento INTE Q38/ ASTM D36	INTE Q44-3	102,5 ± 9,5 °C	104,4 ± 0,7 °C	Cumple
	Aglutinante ASTM D4797	INTE Q44-3	18% min	18,90 % Desviación 0,1	Cumple
	Contenido de partículas insolubles ASTM D4797	INTE Q44-3	30%-40%	30,80 % Desviación 0,2	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	2,99 Cielabs Desviación 0,09	Cumple
Termoplástico blanco M-0308-2023	Punto de Ablandamiento INTE Q38/ ASTM D36	INTE Q44-3	102,5 ± 9,5 °C	102,4 ± 0,7 °C	Cumple
	Aglutinante ASTM D4797	INTE Q44-3	18% min	20,18 % Desviación 0,07	Cumple
	Contenido de partículas insolubles ASTM D4797	INTE Q44-3	30%-40%	32,00 % Desviación 0,4	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	0,41 Cielabs Desviación 0,91	Cumple
Termoplástico blanco M-1749-2024	Punto de Ablandamiento INTE Q38/ ASTM D36	INTE Q44-3	102,5 ± 9,5 °C	101,6 ± 0,7 °C	Cumple
	Aglutinante ASTM D4797	INTE Q44-3	18% min	16,03 % Desviación 0,08	**No Cumple**
	Contenido de partículas insolubles ASTM D4797	INTE Q44-3	30%-40%	20,30 % Desviación 0,16	**No Cumple**

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr

Material	Método de ensayo	Norma de requisito	Requisito	Resultado laboratorio	Observación
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	4,705 Cielabs Desviación 0,064	Cumple
Termoplástico amarillo M-1750-2024	Punto de Ablandamiento INTE Q38/ ASTM D36	INTE Q44-3	102,5 ± 9,5 °C	109,8 ± 0,7 °C	Cumple
	Aglutinante ASTM D4797	INTE Q44-3	18% min	16,07 % Desviación 0,6	**No Cumple**
	Contenido de partículas insolubles ASTM D4797	INTE Q44-3	30%-40%	30,99 % Desviación 3,12	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	2,920 Cielabs Desviación 0,084	Cumple

En relación con los resultados presentados en la Tabla 6 obtenidos del ensayo del material termoplástico realizados por el LanammeUCR en placas metálicas muestreadas en sitio y ensayadas en laboratorio, se determina que el material termoplástico blanco cumplió con lo indicado en la norma INTE Q44-3:2021 respecto de la colorimetría y espesor. Los incumplimientos de las muestras en su contenido de aglutinante y de partículas insolubles son de suma relevancia debido a que estos son parámetros establecidos para asegurar la durabilidad del material y promover su funcionalidad a lo largo del tiempo. Por lo tanto, ante los incumplimientos se recomendó realizar un monitoreo constante en el tiempo para evaluar la durabilidad de estos materiales en el proyecto.

Las muestras de material termoplástico amarillo aplicado en campo no cumplieron con la colorimetría requerida de acuerdo con la norma INTE Q44-3:2021 y tampoco cumplieron con el espesor requerido de acuerdo con la norma.

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr

Tabla 6. Resultados de ensayos y evaluación del material termoplástico en placas metálicas en sitio[1].

Material	Método de ensayo	Norma de requisito	Requisito	Resultado laboratorio	Observación
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #1	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,12 Desviación 0,40	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	17,64 Cielabs Desviación 1,12	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #2	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	1,82 Desviación 0,27	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	16,33 Cielabs Desviación 0,23	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #3	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,18 Desviación 0,50	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	15,30 Cielabs Desviación 0,45	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #4	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,33 Desviación 0,42	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	15,56 Cielabs Desviación 0,14	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #5	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,20 Desviación 0,40	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	15,15 Cielabs Desviación 0,22	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #6	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,56 Desviación 0,53	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	15,16 Cielabs Desviación 0,26	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #7	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,55 Desviación 0,43	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	15,53 Cielabs Desviación 0,62	**No cumple**
Termoplástico Amarillo M-0304-2023 #8	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,62 Desviación 0,36	Cumple
	Colorimetría INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 1003 $\Delta E = 5$ Cielabs	15,24 Cielabs Desviación 0,21	**No cumple**

Notas: El número de material corresponde al número de placa metálica respectivo.

[1]Mediciones realizadas el día 20 de marzo del 2023

Tabla 7. Resultados de ensayos y evaluación del material termoplástico en placas metálicas en sitio.

Material	Método de ensayo	Norma de requisito	Requisito	Resultado laboratorio	Observación
Termoplástico Blanco M-0423-2023	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,44 Desviación 0,55	Cumple
	Colorimetría Sección superior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	4,43 Cielabs Desviación 0,06	Cumple
	Colorimetría Sección posterior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	4,05 Cielabs Desviación 0,50	Cumple
Termoplástico Blanco M-0424-2023	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	2,08 Desviación 0,17	Cumple
	Colorimetría Sección superior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	4,10 Cielabs Desviación 0,05	Cumple
	Colorimetría Sección posterior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	3,89 Cielabs Desviación 0,10	Cumple
Termoplástico Amarillo M-0425-2023	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	3,29 Desviación 0,52	**No Cumple**
	Colorimetría Sección superior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	11,16 Cielabs Desviación 0,26	**No Cumple**
	Colorimetría Sección posterior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	8,94 Cielabs Desviación 0,29	**No Cumple**
Termoplástico Amarillo M-0426-2023	Espesor	INTE Q44-3	2,25 ± 0,75 mm	3,48 Desviación 0,17	**No Cumple**
	Colorimetría Sección superior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	7,01 Cielabs Desviación 1,12	**No Cumple**
	Colorimetría Sección posterior INTE Q34 D1749	INTE Q44-3	RAL 9016 $\Delta E = 5$ Cielabs	8,70 Cielabs Desviación 1,12	**No Cumple**

Por lo tanto, se recomendó a la Administración -en ese momento- realizar un monitoreo constante de la demarcación del proyecto para asegurar el nivel de servicio definido durante el periodo de garantía del proyecto. Mediante el oficio UE32-DRA-09-2023-0630 (0397) el CONAVI brindó respuesta al oficio EIC-Lanamme-523-2023, en el documento se indicó que, a pesar del no cumplimiento en el parámetro de color de la pintura, el material presenta buenas condiciones de retrorreflectividad y no presenta grietas ni fisuras. En la misma línea se emitió un criterio similar sobre el espesor de pintura, ya que según su criterio a pesar del incumplimiento no afecta la funcionalidad. Esos criterios no son compartidos por el equipo auditor ya que son características solicitadas en el contrato por lo cual se deben cumplir. A la fecha de emisión de este informe final, no se tiene conocimiento de que se le esté dando seguimiento a la situación por parte de la Administración.

Microesferas de vidrio

Con respecto a las microesferas de vidrio, se observó cumplimiento en el parámetro de granulometría en tres de cuatro muestras ensayadas, sin embargo, en el parámetro de redondez se logró determinar que no se cumplía con el valor mínimo especificado en tres de cuatro muestras ensayadas.

Tabla 8. Resultado de ensayos y evaluación de microesferas de vidrio.

Material	Método de ensayo	Norma de requisito	Requisito	Resultado laboratorio	Observación
Microesferas de vidrio M-1537-2024	Redondez ASTM D 1155	INTE Q45-1	70 % min	60,0 % Desviación ±4 %	**No Cumple**
	Tamizado ASTM D 1214	INTE Q45-1	Tipo 2 (Tabla 1, INTE Q45: 2017)	Malla 16 100 ± 1,9 % Malla 20 100 ± 0,8 % Malla 30 51,5 ± 0,7 % Malla 40 23,0 ± 1,1 % Malla 50 5,5 ± 0,5 % Malla 80 0,5 ± 0,2 %	Cumple
Microesferas M-0309-2023	Redondez ASTM D 1155	INTE Q45-1	70 % min	50,0 % Desviación ± 4 %	**No Cumple**
	Tamizado ASTM D 1214	INTE Q45-1	Tipo 3 (Tabla 1, INTE Q45: 2017)	Malla 12 100 ± 0,03 % Malla 14 99,5 ± 0,08 % Malla 16 87,0 ± 1,9 % Malla 18 16,5 ± 0,9 % Malla 20 3,5 ± 0,8 % Malla 25 0,5 ± 0,5 %	Cumple
Microesferas M-1751-2024	Redondez ASTM D 1155	INTE Q45-1	70 % min	80,2 % Desviación ± 4 %	Cumple
	Tamizado ASTM D 1214	INTE Q45-1	Tipo 2 (Tabla 1, INTE Q45: 2017)	Malla 16 100 ± 1,9 % Malla 20 100 ± 0,8 % Malla 30 66,5 ± 0,7 % Malla 40 36,0 ± 1,1 % Malla 50 11,5 ± 0,5 % Malla 80 1,5 ± 0,2 %	Cumple
Microesferas M-1752-2024	Redondez	INTE Q45-1	70 % min	61,9 % Desviación	**No Cumple**

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr

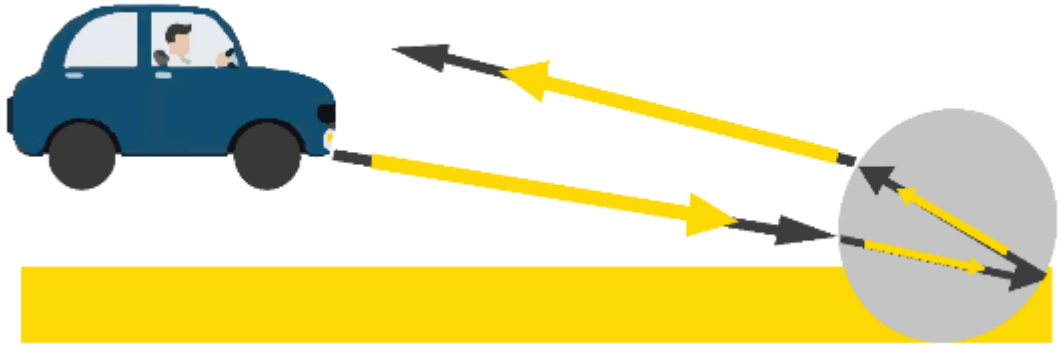
Material	Método de ensayo	Norma de requisito	Requisito	Resultado laboratorio	Observación
	ASTM D 1155			± 4 %	
	Tamizado ASTM D 1214	INTE Q45-1	Tipo 3 (Tabla 1, INTE Q45: 2017)	Malla 12 100 ± 0,03 % Malla 14 100,0 ± 0,08 % Malla 16 90,5 ± 1,9 % Malla 18 9,5 ± 0,9 % Malla 20 8,0 ± 0,8 % Malla 25 7,0 ± 0,5 %	**No Cumple mallas 18,20,25**

A partir de los resultados obtenidos, se determinó para aquel momento que las microesferas cumplían con la granulometría de acuerdo con lo indicado en la norma INTE Q45-1:2020 en la mayoría de los casos. Sin embargo, no cumplían con la redondez requerida de acuerdo con la norma INTE Q45-1:2020. Mediante el oficio CSRN32-0500-2023 adjunto al oficio UE32-DRA-09-2023-0630 (0397), la supervisora indica que:

“Sería importante que se valore el requisito del porcentaje de redondez, ya que por un lado se indica que no satisface la especificación del 70% de redondez, se tienen un 50% y que este parámetro de redondez tiene incidencia en la retrorreflectividad… (Sin embargo) se observa que tanto en las líneas blancas y amarillas se cumple sobradamente con los requerimientos de retrorreflectividad indicados en la norma INTE Q46:2021”

En este aspecto se le recalcó a la supervisora la importancia de cumplir con el parámetro de redondez de las microesferas de vidrio debido a que este es una medida de qué tan bien se refleja el rayo de luz hasta llegar al ojo del usuario en su vehículo, como se ejemplifica en la figura 9.

Figura 9. Principio de retrorreflectividad.



El incumplimiento de la redondez es grave ya que, aunque cumpla con la retrorreflectividad inicial, se compromete el desempeño, porque no existe garantía que el porcentaje de las microesferas que cumplen con la redondez permanezcan adheridas en la película de la demarcación. Por lo tanto, a medida que transcurra la vida útil del material podría ocurrir una caída en los valores de retrorreflectividad.

Debido a esto se recomendó realizar un monitoreo constante de la demarcación del proyecto para asegurar el nivel de servicio definido durante el periodo de garantía del proyecto. Finalmente, a la fecha de emisión de este informe no se ha informado sobre las acciones por tomar del Contratista ante los incumplimientos en el control de calidad de los materiales termoplásticos estos según lo indicado en el oficio UE32-DRA-01-2024-0920 (0397).

Mediante el oficio 24024-250512-UNOPS-JSR-362 del 12 de mayo de 2025 como descargo al informe en versión preliminar se indica que “la Supervisión continuará con el monitoreo del desempeño de los materiales termoplásticos asegurando el nivel de retro reflectividad requerido conforme a las especificaciones contractuales”, sin ahondar en las características adicionales evaluadas por el LanammeUCR de los materiales termoplásticos.

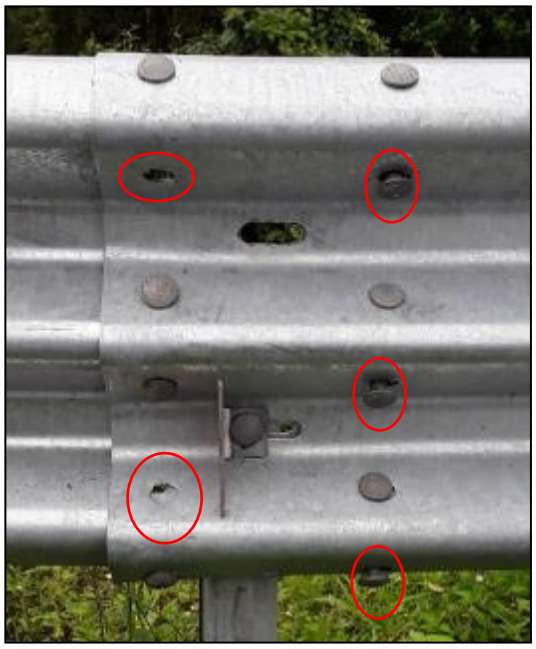
SOBRE ASPECTOS DE SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

HALLAZGO NO. 3. SE OBSERVARON CORRECCIONES EN LOS DETERIOROS EN LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR COMO LA FALTA DE TRANSICIONES, TORNILLERÍA EN MAL ESTADO Y OXIDACIÓN EN ALGUNOS PUNTOS.

En cuanto a las condiciones de los sistemas de contención vehicular comunicadas por medio del oficio EIC-Lanamme-183-2023 del 29 de febrero del 2024 donde se informaron algunas observaciones relacionadas con la instalación y el estado de los sistemas de contención vehicular en el proyecto. Los aspectos más críticos identificados en ese momento incluían oxidación en los componentes metálicos, falta de tornillería y deficiencias en las uniones, los cuales comprometen la funcionalidad y seguridad de los sistemas de contención. Esto se puede observar en la Figura 10 y la Figura 11.

Figura 10. Poste del sistema de contención vehicular con oxidación en la parte superior y en la tornillería falta de arandela, ubicado en el kilómetro 59 de la Ruta Nacional 32, Guápiles

Figura 11. Ausencia de tornillería y tornillos flojos en unión de elementos horizontales de una barrera de contención vehicular en el kilómetro 59 de la Ruta Nacional 32, Guápiles



La Unidad Ejecutora contestó mediante el oficio UE32-DRA-01-2024-0254 (0397) del 03/04/2024 que estas stuaciones evidenciadas por el equipo auditor deben ser atendidas por el contratista.

Es criterio del equipo auditor que estas deficiencias presentan un riesgo significativo para la seguridad, ya que la falta de conexión adecuada puede hacer que las barreras no funcionen según su diseño en situaciones de impacto.

Con respecto a esta situación, por medio del oficio UE32-DRA-01-2024-0877 (0397) del 25 de octubre del 2024 la Administración remitió a esta auditoria el oficio Ref. 24024-241023-UNOPS-JSR-565 de la Supervisión. En dicho oficio, se reiteraron las deficiencias previamente informadas por el equipo auditor en cuanto a la falta de tornillería, la cual afirman corresponde a defectos de instalación que deben ser corregidos. En cuanto a la oxidación en varios componentes de los sistemas de contención, se menciona que no ha sido identificada por parte del Contratista. Por lo tanto, se solicitó al contratista aplique medidas correctivas inmediatas, aplicando recubrimientos protectores y verificando que la tornillería cumpliera con los estándares de resistencia y seguridad.

Durante la visita del equipo auditor al proyecto el día 06 de noviembre del 2024 se identificaron que la mayoría de estos defectos habían sido subsanados, entre ellos, pintura en zonas que presentaban oxidación, inclusión de transiciones entre cambios en los sistemas de contención y reposición de la tornillería faltante. Un ejemplo de las correcciones realizadas se puede observar en la Figura 12 y la Figura 13, en donde se aprecia la colocación de pintura anticorrosiva, los ajustes en la tornillería y terminación de barreras, respectivamente.

Figura 12. Muestra de barrera de contención del proyecto con pintura anticorrosiva. Fecha: 06 de noviembre del 2024

Figura 13. Muestra de barrera de contención del proyecto con correcciones realizadas. Ubicación: km 59+000. Fecha: 21 de noviembre del 2024

Ahora, si bien es cierto durante la visita se observó que estos defectos habían sido subsanados, igualmente se recomienda a la Administración una inspección constante de modo que se asegure el desempeño adecuado de los elementos de contención.

HALLAZGO NO. 4. NO SE TIENE EVIDENCIA DE QUE SE REALIZÓ UNA MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO Y UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR EN EL PROYECTO.

Como parte de las diversas observaciones realizadas durante las visitas al proyecto, y comunicadas prontamente mediante oficios, se identificaron posibles inconsistencias con la colocación de los sistemas de contención, como se puede observar en la Figura 14.

.

Figura 14. Falta de consistencia en los sistemas de contención vehicular. Ubicación: km 78+800. Fecha: 05 de noviembre del 2024

Como se puede observar existe un sistema de contención para la zona previa en donde se encuentra el talud; sin embargo, este no se extiende hasta la cuneta, la cual podría generar una zona libre menor a la necesaria para que el vehículo no sufra un accidente de gravedad.

A partir de esto los expertos en seguridad vial del Lanamme realizaron una revisión de la información relacionada con los diseños de los sistemas de contención vehicular del proyecto. Con fundamento en estos criterios, el 21 de agosto de 2024, mediante el oficio EIC-Lanamme-895-2024, el LanammeUCR habían solicitado las memorias de cálculo de los sistemas de contención vehicular. Este oficio fue contestado mediante el oficio UE32-DRA-01-2024-0802 (0397) sin embargo, durante la revisión de la documentación aportada por la Unidad Ejecutora, no se evidenció el detalle de las memorias de cálculo para determinar las longitudes de las barreras.

Es importante mencionar que se envió un complemento a la respuesta del oficioEIC-Lanamme-895-2024 por medio del oficio UE32-DRA-01-2024-0953 (0397) en el cual se comunican las acciones a tomar para el control de la calidad de los sistemas de contención, sin embargo, tampoco se envió una memoria de calculo que permitiera conocer cuales criterios se utilizaron para poder diseñar estas barreras.

Por lo tanto, es criterio del equipo auditor que, al no adjuntar el detalle de las memorias de cálculo relacionadas con el diseño de los márgenes de la carretera, así como los planos de los sistemas de contención vehicular con el detalle de la ubicación correspondiente para cada tipo de barrera no permite comprobar si los planteamientos formulados por el Contratista son válidos para las características del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, como respuesta a este informe en versión preliminar la Unidad Ejecutora remitió el oficio 24024-250512-UNOPS-JSR-362 de la Unidad Supervisora del 12 de mayo del 2025 en donde recomiendan a la Administración solicitar al Contratista la documentación técnica pendiente. No obstante, a la fecha de emisión de este informe final aún no se tiene el detalle de las memorias de cálculo relacionadas con los diseños de los sistemas de contención vehicular.

HALLAZGO NO. 5. SE IDENTIFICARON DEFICIENCIAS EN ZONAS DE TRANSICIONES EN PUNTOS DE MANEJO DE TRÁNSITO, PONIENDO EN RIESGO LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS.

Con base en el criterio de expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT) del LanammeUCR algunas condiciones identificadas sobre las transiciones del proyecto habían sido informadas anteriormente mediante el oficio EIC-Lanamme-1058-2023 del 2 de noviembre del 2023. En este oficio se informaron deficiencias en la configuración de las transiciones de cuatro a dos carriles en intersecciones en curvas. Específicamente, se identificó una incorrecta configuración de colores de las islas de canalización cuando se separa el tránsito en sentido contrario. Del mismo modo, se observó que la separación de los sentidos de circulación se realizó con línea blanca discontinua en el tramo donde solamente se tienen habilitados dos y no cuatro carriles. Igualmente, se identificó una señalización confusa al coincidir la transición de dos a cuatro carriles con intersecciones y en el lugar se presentan giros en U y se realizan maniobras peligrosas, el limitado radio del retorno obliga especialmente a los vehículos articulados a realizar esta maniobra a muy baja velocidad.

Por otro lado, la combinación de una intersección en una curva horizontal provoca que el punto escogido para la reducción de la cantidad de carriles sea de mayor complejidad para los usuarios, a quienes se les exige una sobrecarga de trabajo mental en su tarea de conducción, lo cual aumenta el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito. En la

Figura **15** se puede apreciar un detalle de la transición de cuatro a dos carriles en la curva ubicada en el estacionamiento 115+000.

Figura 15. Detalle de transición de cuatro a dos carriles en intersección en curva, en km 115+000. Fecha: 26 de abril de 2023

Del mismo modo, se destacaron deficiencias en la configuración de las reducciones de carriles al momento de realizar una transición, esto debido a un limitado espacio entre la línea de borde y la terminación de barrera que puede generar un riesgo para los usuarios. Lo anterior se destaca en la Figura 16

Figura 16. Detalle de transición en sección de transición de cuatro a dos carriles, en el km 126+300. Fecha: 26 de abril de 2023

De acuerdo con el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en las Vías en su sección 2.2 Área de Transición se establece que “los tapers se crean utilizando una serie de dispositivos de canalización colocados de tal forma que permitan desviar el tránsito fuera de o hacia su trayectoria normal.” Por lo tanto, es criterio del equipo auditor que la ausencia de un adecuado terminal de barrera en estos puntos se considera un importante riesgo a la seguridad vial, ya que a pesar de que no es un terminal definitivo, existe la posibilidad de que un vehículo colisione con estos terminales de barrera que se encuentran expuestos, principalmente considerando la maniobra de transición que deben realizar los conductores en dicho punto.

La situación también se ha visto reflejada con los retornos realizados de forma provisional en el proyecto, los cuales por su naturaleza también presentan este tipo de estrangulamientos, lo cual genera maniobras que pueden exponer a los conductores a colisiones laterales o de alcance ya que la maniobra en U no cuenta con un carril de aceleración, tal como se ejemplifica en la Figura 17.

Figura 17. Detalle de configuración de uno de los retornos habilitados temporalmente, en el km 110+400. Fecha: 26 de abril de 2023. Peligro de colisión por posibilidad de giro en U

Posteriormente, con base en las observaciones realizadas y a partir de lo documentado en la gira técnica realizada el 18 de julio del 2024 se emitió el oficio EIC-Lanamme-894-2024 en donde se resaltó nuevamente la condición de las transiciones a lo largo del proyecto. Entonces, respecto a las condiciones documentadas anteriormente, por medio del oficio UE32-DRA-09-2024-0796 (0331) del 25 de septiembre de 2024 la Administración remitió el oficio de referencia 24024-240925-UNOPS-JSR-503 en donde se refieren que la condición descrita en el oficio se

mantiene; sin embargo, informan que se han implementado mejoras en los controles de tránsito y las transiciones, como se muestra en el registro a continuación.

Figura 18. Mejoras implementadas en los dispositivos de control de tránsito temporal de la zona de convergencia del kilómetro 98+420, cruce el Mangal

Figura 19. Mejoras implementadas en los dispositivos de control de tránsito temporal de la zona de convergencia del kilómetro 61+340, cruce la Trocha.

Ahora, si bien es cierto se han implementado mejoras en las transiciones para el control del tránsito, estas no han sido aplicadas a lo largo del proyecto y tampoco satisfacen las condiciones necesarias en todos los puntos. Dos ejemplos que demuestran la permanencia de las condiciones mencionadas anteriormente son en la transición de la zona de aproximación a los puentes sobre el río Danta y sobre el río Chirripó, como se muestra en la Figura 20.

Figura 20. Falta de transiciones adecuadas de los dispositivos de control de tránsito temporal en las zonas de aproximación de los puentes sobre el río Danta y sobre el río Chirripó. Fecha: 17 de septiembre y 13 de agosto del 2024

En el descargo al informe en versión preliminar la Unidad Ejecutora remitió el oficio 24024-250512-UNOPS-JSR-362 de la Unidad Supervisora del 12 de mayo del 2025 en donde recomiendan a la Administración instruir al Contratista sobre la aplicación de medidas de seguridad vial en las zonas de transición temporal de calzada; no obstante, también es criterio del equipo auditor que la Supervisión debe indicar y velar porque las recomendaciones se lleven a cabo en sitio, pues cuenta con la potestad levantar no conformidades en pro de la seguridad vial del proyecto.

Finalmente, a la fecha no se tiene evidencia de las acciones implementadas por la empresa constructora, ante estos aspectos de las transiciones con deficiencias. Por lo tanto, esta auditoría se mantiene atenta y velando que se efectúen las mejoras en las transiciones en la mayor parte de los puntos del proyecto.

OBSERVACIÓN NO. 3. SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA CONDICIÓN OBSERVADA EN LOS CRUCES PEATONALES A LO LARGO DEL PROYECTO.

Sobre la ausencia de uniformidad en la señalización vertical

A partir del oficio EIC-Lanamme-1058-2023 del 02 de noviembre de 2023 enviado por parte de esta auditoría se recibió el oficio UE32-DRA-09-2024-0091 (0397) en el cual se adjuntó un informe por parte de un consultor contratado por la Supervisora para examinar el tema de los cruces peatonales durante la ejecución del proyecto, en este documento se indicó que se debe uniformizar la demarcación de los pasos de cebra.

Sin embargo, en visitas posteriores realizadas al proyecto se observó gran diversidad de escenarios de señalización vial que se presentaron a lo largo del proyecto, donde se muestran diferentes configuraciones de los posibles elementos de señalización a colocar, lo que provoca que no haya una uniformidad adecuada para facilitar la comprensión por parte de los usuarios de la vía. En algunos casos se observó la rotulación para el paso de peatones, pero no se realizó la demarcación horizontal respectiva (ver Figura 21).

Figura 21. Señal de prevención en el km 68 en las cercanías de Calle La Roca que indica presencia de peatones cuando no hay algún cruce peatonal o zona de reducción de velocidad en la aproximación. Fecha: 18 de julio del 2024

Mediante la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 enviada por la Supervisora el 25 de septiembre del 2024, se indicó que estaba pendiente la ejecución de la demarcación horizontal definitiva y que la Administración estaba realizando gestiones para obtener los fondos requeridos para ejecutar dichas labores en aquellos puntos en donde se tengan pasos peatonales a nivel.

Figura 22. Señal de prevención que indica la presencia de un cruce peatonal en km 126, cercanías de Calle Trinidad. Fecha: 18 de julio del 2024

Por otra parte, el cruce mostrado en la Figura 22 no tenía ningún tipo de demarcación en la zona de seguridad y tampoco presentaba demarcación en las aproximaciones que invitara a los conductores de vehículos a reducir la velocidad y/o aumentar su nivel de atención.

Con respecto a esto, en la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503, se indicó de igual forma que estaba pendiente la ejecución de la demarcación horizontal definitiva y que para la estación 126+310 se tenía proyectada la construcción de un paso peatonal a nivel. Además, mencionaron que la señalización del desvío fue colocada de acuerdo con los Planes de Manejo de Tránsito aprobados. Se indicó que debido al vandalismo existe la falta de demarcación y elementos de señalización temporales y permanentes.

Luego, la Figura 23 muestra la combinación de ciertos factores que dificultan enormemente la comprensión de los diferentes usuarios de la vía y que pueden poner en riesgo la integridad de los diferentes usuarios de la vía. La demarcación horizontal presentaba indicaciones que se sobreponían entre sí, provocando que el usuario de la vía no tuviese claro el criterio para definir lo que puede hacer o no en esta intersección. En la misma figura también se muestra el uso de una señal vertical que no está en el catálogo de señales autorizadas en el país, para indicar un cruce peatonal.

Figura 23. Presencia de señalización vertical en el km 75, intersección con Calle África y Calle Alto El Barro que no corresponde a la establecida en el manual de Sieca (2014). Se observa sobreposición de flechas y señal en mal estado. Fecha: 18 de julio del 2024

De acuerdo con la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503, se indicaron recomendaciones a la Administración de instruir al Contratista para retirar la señalización vertical que no cumplía con lo indicado en el Manual de la Sieca (2014) y que se coloque la que corresponde, también, borrar la señalización horizontal que no corresponde a la realidad del sitio. No obstante, a la fecha de emisión de este informe no se tiene evidencia de que se hayan aplicado las recomendaciones propuestas.

Además, en las visitas realizadas al cruce peatonal de la Figura 24 se observó que la demarcación tipo cebra se encontraba borrosa, por lo que había perdido gran parte de la visibilidad. La señal vertical tampoco se encontró en el catálogo de señales. En relación con la aplicación de los dispositivos verticales para el control de tránsito, en el Manual de la Sieca (2014) se indica que la “uniformidad de aplicación es tan importante como la uniformidad de diseño y colocación. Las condiciones idénticas se demarcarán siempre con el mismo tipo de señal, independientemente de donde ocurran esas condiciones” *(Cap. 2-2).*

Figura 24. Presencia de señalización vertical en km 144 que no corresponde a la establecida en el manual de Sieca (2014). Notable desgaste en la demarcación horizontal tipo cebra. Fecha: 18 de julio del 2024

Mediante la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503, se indicó que este cruce peatonal temporal a nivel ha sido cerrado, debido a que se ha logrado habilitar el puente peatonal de dicho sector, este se muestra en la siguiente Figura 25.

Figura 25. Estado del cruce de peatones en la comunidad de Liverpool, setiembre 2024 (Est. 144+740).

Es criterio del equipo auditor que hay que garantizar que exista la señalización tanto horizontal como vertical adecuada y que cumpla con el Manual de la Sieca (2014). Asimismo, a la fecha

de emisión del informe en versión final, se ha logrado comprobar en sitio que las situaciones mencionadas se mantienen en el proyecto.

Sobre la coincidencia de cruces peatonales con giros a la izquierda y giros en U

En el informe presentado por el consultor de la Supervisión se indicó que:

“Algunos puntos de cruce peatonal coinciden con aperturas de mediana habilitadas para giros a la izquierda y vueltas en “U”, lo cual implica riesgos potenciales, debido a la coincidencia de peatones cruzando la vía al mismo tiempo que vehículos realizando sus maniobras de giro”

Entre las soluciones propuestas para mejorar la seguridad vial de los usuarios se mencionaron mejorar la demarcación y poner semáforos peatonales temporales. Sin embargo, por medio de las visitas previas realizadas al proyecto, se observó que se mantenía la coincidencia de cruces peatonales con las aperturas para realizar giros a la izquierda y giros en “U”, como los mostrados en la Figura 23 y en la Figura 26, sin las mejoras propuestas. Esto ha representado un riesgo potencial para los peatones debido a la posibilidad de que los peatones crucen la vía al mismo tiempo que algún vehículo se encuentra realizando la maniobra de giro.

Figura 26. Apertura para giro a la izquierda o giro en “U” coincidente con cruce peatonal en el km 83 en las cercanías de Pocora. Fecha: 18 de julio del 2024

Mediante la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503, la Supervisora mencionó que, en los sitios de mayor confluencia de peatones y vehículos, la Administración ha colocado banderilleros para colaborar con el cruce de los peatones, además indicó que en el corto plazo en el punto del km 83 se habilitaría una pasarela adosada a la estructura del paso superior vehicular para así eliminar el giro a la izquierda y en “U”, y el paso de peatones a nivel por esta zona.

Es criterio del equipo auditor que a pesar de que las medidas propuestas por el consultor pueden ser adecuadas, no se han aplicado en su totalidad en el proyecto por lo que el riesgo para los peatones persiste en estos puntos.

Sobre la ausencia de uniformidad en la señalización de cruces peatonales

Durante las visitas de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte al proyecto, se pudo comprobar que existen múltiples cruces peatonales a nivel, a lo largo de la ruta que no cuentan con ningún tipo de demarcación, como se aprecia en el siguiente registro fotográfico (ver Figura 27 y Figura 28). Estos cruces a nivel se realizaron mediante la apertura de la barrera de concreto para permitir el paso de los peatones.

Figura 27. Cruce peatonal a nivel en las cercanías de una isla de parada de autobuses en el km 128 sin ningún tipo de señalamiento vertical. No hay presencia de demarcación horizontal que indique el paso peatonal. Fecha: 18 de julio del 2024

Figura 28. Cruce peatonal con demarcación horizontal tipo cebra en km 139, cercanías de la Escuela de Búfalo, sin señalamiento vertical. Fecha: 18 de julio del 2024

En la Figura 28 se observa el desgaste que presenta la demarcación horizontal tipo cebra, lo que ha disminuido considerablemente la visibilidad de la zona de seguridad para los peatones.

En este cruce tampoco se apreció ningún tipo de señalización vertical que advierta a los conductores de la vía sobre la presencia de este.

Con respecto a esto, por medio de la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 se recomendó a la Administración instruir al contratista para que realizase la implementación de la misma y se informó que se estaba en proceso de gestionar la implementación de la demarcación horizontal definitiva.

Por medio de las visitas realizadas por el equipo auditor recientemente, se ha observado que la condición del sitio es la misma que la presentada en la Figura 27 y Figura 28.

Sobre la escasa señalización en cruces peatonales regulados por banderilleros

En la aproximación a los cruces peatonales de la Figura 29 no se observó ningún tipo de señalización preventiva que alerte a los usuarios sobre la presencia de un banderillero o de un cruce peatonal.

Figura 29. Cruce peatonal con demarcación horizontal tipo cebra y presencia de banderillero en el km 84, conexión entre El Carmen Norte y El Carmen Sur. Fecha: 18 de julio del 2024

También, en algunos casos se observaron medidas adicionales implementadas, como los banderilleros, para reducir la velocidad en las aproximaciones de los cruces, pero en otros sitios no se encontraron dichas medidas. Esto fue notificado a la Administración mediante nota EIC-Lanamme-0894-2024.

Mediante la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 se indicó que se realizan esfuerzos para mejorar la señalización en zonas de convergencia, y que en estos hay presencia de banderilleros. Luego, se observó cómo la vegetación obstruye la señalización vertical, tal como se muestra en la siguiente Figura 30.

Figura 30. Cruce peatonal sin tratamientos para la gestión de la velocidad y con señal parcialmente obstruida por vegetación, km 80. Fecha: 18 de julio del 2024

Con respecto a esto, por medio de la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 se recomendó a la Administración implementar las actividades de mantenimiento necesarias para garantizar la visibilidad de las señales de tránsito verticales, a lo largo de todo el proyecto.

Por lo tanto, por medio de las visitas realizadas por el equipo auditor, se ha observado que la condición mostrada en la Figura 30 (correspondiente al kilómetro 80) sobre la señalización vertical obstruida por vegetación se mantiene hasta la fecha de emisión de este informe en versión final. Sin embargo, en otras zonas se identificaron mejoras en la señalización vertical como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 31. Mejora implementada en la señalización vertical de la zona de convergencia del kilómetro 98+420, cruce el Mangal.

Por otro lado, en el cruce en un tramo de la vía en el sector de Siquirres entre el kilómetro 97 y el kilómetro 98 se identificó un banderillero regulando el paso de peatones; sin embargo, no se observó ningún tipo de señalización preventiva que alerte a los usuarios sobre la presencia de un banderillero o de un cruce peatonal.

Figura 32. Detalle de configuración en un tramo de la vía en el sector de Siquirres, km 97-98. Fecha: 18 de julio del 2024

(a) *Abertura en medianera para cruce peatonal sin señalización preventiva*

(b) Banderillero sin señalización preventiva en intersección a nivel habilitada con personas cruzando sin señalización de paso peatonal

<u>Sobre la falta de dispositivos de regulación de velocidad</u>

Por otro lado, en la Figura 33 se muestra una intersección donde se elimina el carril izquierdo, para metros más adelante habilitar un carril de giro a la izquierda. En las aproximaciones al cruce no se generaron tratamientos mediante demarcación que procuren aumentar el nivel de alerta de los conductores.

Figura 33. Intersección habilitada sin tratamiento para promover reducción de la velocidad en el sector de Siquirres, km 97-98. Fecha: 18 de julio del 2024

En la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 se mencionó que las condiciones para la regulación de velocidad y el manejo del tránsito se habían mejorado, además se indicó que en esta zona se habían implementado elementos de seguridad tales como postes abatibles, bolardos, barreras plásticas, bandas logarítmicas y dientes de dragón, así como reforzar la señalización vertical. Además, se señaló que la Administración tenía previsto implementar estas mismas medidas en otras zonas del proyecto, evidencia de esto se muestra en las siguientes figuras.

Figura 34. Bandas logarítmicas implementadas en las zonas de convergencia del kilómetro 98+420, cruce el Mangal.

Además, es criterio del equipo que las medidas implementadas en el kilómetro 98 sobre la colocación de bandas logarítmicas y señalización vertical son adecuadas. Con respecto a las medidas de colocación de dientes de dragón, estas mejoran la condición actual para aumentar el nivel de alerta de los conductores en las aproximaciones del cruce, más no es una medida que se esté aplicando a todo lo largo del proyecto.

Sobre la accesibilidad adecuada en los puentes peatonales construidos

Durante las visitas al proyecto se observó que no se han construido algunas estructuras de conectividad entre las rampas de los puentes y la infraestructura peatonales existente, lo cual no garantiza la accesibilidad de algunos puentes peatonales y se estaría limitando significativamente la efectividad de las rampas construidas para brindar accesibilidad a los puentes peatonales. En los casos como los presentes en la Figura 35 y Figura 36 no se cumple el principio de accesibilidad establecido en la ley 7600, ya que tal como se observa, en la superficie de los accesos a los puentes peatonales hay presencia de materiales y acabados incompatibles con la accesibilidad para todos los peatones que requieran utilizar los puentes.

Figura 35. Accesos a puentes peatonales con superficie de materiales inadecuados para garantizar la accesibilidad de los peatones. Fotografía izquierda en km 110, cerca de Calle Las Vegas y fotografía derecha en km 123, cerca de Calle La Escuela. Fecha: 18 de julio del 2024

Figura 36. Acceso a puente peatonal con condiciones inadecuadas para el acceso de los peatones en km 110, cerca de Calle Las Vegas. Fecha: 18 de julio del 2024

Por medio de la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 la supervisora indicó que las condiciones de estos accesos se han mejorado mediante la colocación de material perfilado, estas se muestran en las figuras 37 y 38.

Figura 37. Mejoras implementadas en el acceso del puente peatonal ubicado en la estación 123+190 (Lado derecho de la vía - B Line) - Junio, 2024.

Figura 38. Mejoras implementadas en el acceso del puente peatonal ubicado en la estación 82+699 (Lado izquierdo de la vía - Mercedes) - junio, 2024.

Es criterio del equipo auditor que la medida por implementar es adecuada.

<u>Sobre las aberturas de barrera central con tránsito en contrasentido</u>

Finalmente, dado que actualmente se permite el doble sentido de circulación a un lado de la carretera, se identificó que en el paso peatonal ubicado en el km 102 una terminal de barrera New Jersey puede ser peligrosa, tal como se ejemplifica en la Figura 39 por lo cual se recomendó colocar un terminal adecuado mientras la doble circulación sea permitida en un costado de la vía.

Figura 39. Terminal de barrera tipo New Jersey visto desde ambos sentidos de circulación en el km 102, cercanías de Pacuarito. Fecha: 18 de julio del 2024

Con respecto a esto, en la nota 24024-240925-UNOPS-JSR-503 se mencionó que la condición actual es la misma, sin embargo, al presente el tránsito circula por los dos carriles del sentido 2-1 (Limón - San José), y además que como parte de este nuevo desvío se han colocado las líneas definitivas de los bordes del carril.

Es importante señalar que en fecha del 25 de septiembre del 2024 la Administración emitió el oficio UE32-DRA-09-2024-0796 (0331) en el cual solicitan al contratista a atender las observaciones realizadas por el Lanamme en el oficio EIC-Lanamme-894-2024. A la fecha de emisión de este informe en versión final no se han observado las mejoras.

Finalmente, a manera de respuesta a este informe en versión preliminar la Unidad Ejecutora remitió el oficio 24024-250512-UNOPS-JSR-362 de la Unidad Supervisora del 12 de mayo del 2025 en donde recomiendan a la Administración instruir al Contratista sobre las mejoras recomendadas en cuanto a la señalización horizontal y vertical de los cruces peatonales; no obstante, también es criterio del equipo auditor que la Supervisión debe indicar y velar porque las recomendaciones se lleven a cabo en sitio, pues cuenta con la potestad de realizar cambios y sugerencias en pro de la seguridad vial del proyecto.

CONCLUSIONES

SOBRE LOS DISEÑOS DE ROTONDAS

- Es necesario realizar diversos análisis para determinar el rastreo de las trayectorias del vehículo de diseño, y la influencia en su entorno, a través de las maniobras de giro críticas.
- En el caso de SIECA se puede observar que existe cumplimiento de los diámetros mínimos requeridos, sin embargo, se recalca que no hay una segregación de valores prácticos por tipo de rotonda, como si lo hace por ejemplo FHWA, en el cual para rotondas rurales no se cumple con el diámetro inscrito requerido.
- La toma decisiones sobre el tipo de intersección deben ser definidas en las primeras etapas del proyecto ya que en esta etapa los costos del proyecto y los impactos son menores, que si se toman dichas decisiones en las etapas finales del proyecto.
- No existen justificaciones técnicas suficientes para la implementación de las rotondas, debido a que los estudios realizados para la implementación de las rotondas son análisis basados solamente en demoras en cada uno de los puntos de acceso a la rotonda, brindando únicamente información para ese punto en particular, y no se analiza un indicador global de afectación en la carretera al incluir el intercambio o intersección analizada.
- Existen oportunidades de mejora en los diseños propuestos para las rotondas los cuales permitirán un mejor comportamiento de los flujos vehiculares asi como una mejor interacción de todos los usuarios de la vía.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA DEMARCACIÓN

- En las muestras de captaluces no se identificaron incumplimientos de los requerimientos establecidos en la norma INTE W38, relacionada con la calidad de estos.
- Las mediciones de retroreflectividad realizadas tanto para la pintura amarilla como para la blanca cumplen con el requisito de retroreflectividad mínima inicial de operación, de acuerdo con la norma INTE Q46.
- Para el material bituminoso evaluado se comprobó que este cumple con el requisito de punto de ablandamiento en glicerina según la norma INTE W38:2017.
- Con base en los resultados de los ensayos realizados por el LanammeUCR se evidencia que todas las muestras de material termoplástico amarillo tomadas en sitio presentan incumplimiento de la colorimetría en las placas metálicas y espesor. Por otro lado, se evidenció un incumplimiento en dos de las tres muestras de material termoplástico blanco debido al contenido de partículas insolubles.
- El material termoplástico amarillo presenta incumplimiento del contenido de aglutinante en una de las dos muestras tomadas, mientras que el material termoplástico
- En el caso de las muestras de microesfera, se determinó que las muestras M-0309-2023, M-1537-2024 y M-1752-2024 no cumplieron con el requisito de redondez, las

cuales en ambos casos se encuentran considerablemente por debajo del límite establecido por la norma ASTM D1155. Por otro lado, la muestra M-1752-2024 tampoco cumplió con los requisitos de granulometría.

SOBRE LOS DETERIOROS EN LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

- En visitas al proyecto se identificó que la mayoría de las condiciones de oxidación y faltante de tornillería en los sistemas de contención vehicular fueron subsanados.

SOBRE LA MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

- Si bien es cierto la selección del nivel de contención vehicular es adecuada de acuerdo con la guía AASHTO ROADSIDE DESIGN GUIDE 4th Edition, no se tiene evidencia de una memoria de cálculo que respalde esta selección ni la ubicación de cada tipo de barrera en el proyecto.

SOBRE LAS ZONAS DE TRANSICIONES DE 4 A 2 CARRILES

- Se identificaron deficiencias en la configuración de las transiciones de cuatro a dos carriles, particularmente en intersecciones en curvas, lo que genera confusión en la señalización y pone en riesgo la seguridad de los usuarios.
- La ubicación de las transiciones en curvas horizontales añade complejidad a las maniobras, lo que implica un mayor esfuerzo mental para los conductores y aumenta el riesgo de accidentes.
- La ausencia de terminales de barrera en zonas de transición es una deficiencia crítica. Esto expone a los vehículos a riesgos de colisión, especialmente en puntos donde la maniobra de cambio de carril es complicada.
- Aunque se han realizado esfuerzos por mejorar los dispositivos de control temporal en ciertas áreas, estas mejoras no han sido consistentes a lo largo del proyecto. Persisten problemas en puntos críticos.

SOBRE LOS CRUCES PEATONALES

- A partir de las visitas al sitio y las respuestas brindadas se concluye que se deben garantizar las condiciones para el tránsito seguro de peatones por el proyecto mediante una adecuada señalización y el uso de banderilleros en los puntos de paso.

RECOMENDACIONES

SOBRE LOS DISEÑOS DE ROTONDAS

- Se recomienda a la Administración realizar los análisis de trayectoria en las rotondas para determinar si se generan puntos de conflicto durante su operación, y en caso de que sea necesario ajustar las dimensiones de las rotondas a construir.
- Se recomienda a la Administración implementar algunas de las mejoras propuestas para disminuir los riesgos de accidentes en las rotondas propuestas.
- Es criterio del equipo auditor que este tipo de soluciones (rotondas) son medidas a corto plazo en el tiempo del proyecto. Por lo tanto, se recomienda a la Administración que cuando se solventen las expropiaciones, se comience con la construcción de los PSV, los cuales son vistos como soluciones a largo plazo para el desempeño adecuado de la autopista.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA DEMARCACIÓN

- Se recomienda realizar un monitoreo constante de la demarcación del proyecto para asegurar el nivel de servicio definido durante el periodo de garantía del proyecto.

SOBRE LOS DETERIOROS EN LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

- Se recomienda realizar un monitoreo constante de los sistemas de contención vehicular de modo que asegure el correcto funcionamiento a lo largo del proyecto.

SOBRE LA MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

- Se recomienda a la Administración solicitar y revisar la documentación asociada a los sistemas de contención vehicular para poder asegurar que cumplen con todos los parámetros de diseño, como lo son la ubicación de los sistemas y los niveles de contención de estos.
- Se recomienda realizar un monitoreo constante de los sistemas de contención vehicular de modo que asegure el correcto funcionamiento a lo largo del proyecto.

SOBRE LAS ZONAS DE TRANSICIONES DE 4 A 2 CARRILES

- Se recomienda tomar medidas oportunas para asegurar que las maniobras que se realizan en la zona sean seguras. Además, verificar las recomendaciones técnicas relacionadas con un adecuado uso del color para la demarcación vial.
- Verificar y tomar las medidas necesarias para delimitar y señalar adecuadamente el desvío, además del uso de dispositivos de control de tránsito.
- Implementar de forma uniforme y completa las mejoras necesarias en todo el proyecto.
- Incorporar terminales de barrera adecuadas y señalización clara en las zonas críticas.

- Realizar una supervisión continua y documentada para garantizar que las medidas correctivas sean efectivas y cumplan con las normas técnicas vigentes.

SOBRE LOS CRUCES PEATONALES

- Se recomienda a la Administración solicitar al contratista las mejoras señaladas en cuanto a uniformidad de señalización vertical y horizontal, así como brindar soluciones seguras para el paso de peatones.

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. (2000). *Roudaboutd: An informational Guide. .* Federal Highway Administration.

Lanamme. (2024). *Ruta Nacional 32: Análisis general de seguridad vial de las rotondas.* San Pedro: UCR.

LanammeUCR. (2023). *Informe de criterio técnico USVT-INF-CT-11-2023 Evaluación de sistemas de contención vehicular instalados en el proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N°4.* San José: Programa de Infraestructura del Transporte.

MOPT. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010.* San José.

MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010.* San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

MOPT. (2015). *Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos.* Costa Rica.

NCHRP. (2010). *Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.* National Cooperative Highway Research Program.

RQ Ingenieria de Transito Sociedad Anonima. (2023). *Estudio funcional de intercambios y retorno - obras del diseñlo funcional proyecto diseño, rehanilitacion y ampliación Ruta Nacional n32 fase 1.* San Jose.

SIECA. (2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.* Guatemala.

SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras.*

Valverde González, G. (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras.* Universidad de Costa Rica, Vicerrectoría de Investigación.

EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: **Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA.** **Auditora Técnica** FRANCISCO FONSECA CHAVES (FIRMA) PERSONA FISICA, CPF-01-1252-0135. Fecha declarada: 26/06/2025 02:32:12 p. m.	**Revisado por:** **Ing. Victor Cervantes Calvo** **Auditor Técnico** Firmado digitalmente por VICTOR HUGO CERVANTES CALVO (FIRMA) Fecha: 2025.06.23 14:31:06 -06'00'	**Revisado por:** **Ing. Sergio Guerrero Aguilera** **Auditor Técnico** Firmado digitalmente por SERGIO ANDRES GUERRERO AGUILERA (FIRMA) Fecha: 2025.06.24 08:57:53 -06'00'
Revisión Legal: **Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal LanammeUCR** GIOVANNI SANCHO SANZ (FIRMA) Firmado digitalmente por GIOVANNI SANCHO SANZ (FIRMA) Nombre de reconocimiento (DN): serialNumber=CPF-01-1299-0252, sn=SANCHO SANZ, givenName=GIOVANNI, c=CR, o=PERSONA FISICA, ou=CIUDADANO, cn=GIOVANNI SANCHO SANZ (FIRMA) Fecha: 2025.06.27 07:39:22 -06'00'	**Revisado y aprobado por:** **Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.** **Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica** Firmado digitalmente por WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Motivo: Estoy aprobando este documento Fecha: 2025.06.23 11:40:23 -06'00'	**Aprobado por:** **Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD.** **Director General LanammeUCR** ROLANDO CASTILLO BARAHONA (FIRMA) 2025.06.27 09:01:20 -06'00'

1 ANEXO A. DESCARGO DEL CONAVI Y ANÁLISIS POR EQUIPO AUDITOR

En el siguiente enlace se adjuntan los documentos

- CARTA-CONAVI-UE32-01-2025-0315 (0397) con fecha del 11 de mayo de 2025 y en el cual se adjuntó la nota de descargo 24024-250512-UNOPS-JSR-362
  https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/iE1PxHTbQjMOGnc

- Análisis del descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0287-2025, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica.
  https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/dzO6nKyhzKPjKB4