



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe Final LM-AT-97-2019

Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera

Documentos de Licitación PIT-5-LPI-0-2016



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

Febrero, 2020



1. Informe Final LM-AT-97-2019	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera.	4. Fecha del Informe Febrero, 2020	
7. 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		
8. Notas complementarias		
9. Resumen Este informe consistió en la evaluación de los estudios preliminares, el análisis de la calidad del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje y la evaluación de los procesos constructivos de las obras de drenaje y del manejo temporal del tránsito. De la revisión de los estudios preliminares del proyecto, se determinó que existe la posibilidad que la estructura de pavimento haya sido sobre-diseñada. Además, se determinó que los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos realizados pueden no ser representativos del proyecto. También se determinó que existe el riesgo potencial de que algunos taludes que se están conformando a lo largo del proyecto fallen, pues su comportamiento puede ser distinto al mecanismo de falla con los que fueron diseñados. Del análisis de la calidad del concreto, se determinó que el concreto utilizado en la construcción de las obras de drenaje tiene una variabilidad alta en el parámetro de asentamiento, lo que puede generar la segregación del concreto y afectar el acabado de las obras de drenaje. A lo largo de las visitas realizadas al proyecto, se identificaron deterioros en las obras de drenaje del proyecto. Además, se identificó que, por la condición y configuración actual de las contracunetas instaladas en el proyecto, se pueden generar deterioros en los taludes y las obras aledañas a éstos. Se evidenció que la longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que las aguas que son descargadas por éstos no entre en contacto con los elementos de la superestructura del puente. Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito requieren de mantenimiento. También se identificaron algunas zonas donde la señalización era inadecuada para la correcta canalización del tránsito.		
10. Palabras clave Estudios preliminares, Control de Calidad, Procesos Constructivos, Seguridad Vial, Auditoría Técnica	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 79



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera

Departamento encargado del proyecto: Programa de Infraestructura del Transporte, MOPT

Supervisora del proyecto: Consorcio MSD – LGC

Laboratorio de verificación de calidad: LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Empresa contratista: Consorcio “Ruta 160”, compuesto por la empresa AZVI S.A.

Laboratorio de control de calidad: OJM Consultores de Calidad y Laboratorio S.A.

Monto original del contrato: US \$ 27 519 486,10

Plazo original de ejecución: 12 meses

Proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera

Director General LanammeUCR: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:

Ing. Mauricio Picado Muñoz, Auditor Técnico Líder
Ing. Erick Acosta Hernández, Auditor Técnico Adjunto

Expertos técnicos:

Ing. Ana Monge Sandí, MSc., Coordinadora Programa de Ingeniería Geotécnica LanammeUCR
Ing. Rafael Oreamuno Vega, MSc., Director Centro de Investigación en Desarrollo Sostenible

Asesor Legal: Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

El alcance del estudio consistió en la evaluación de los estudios preliminares, el análisis de la calidad del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje y la evaluación de los procesos constructivos de las obras de drenaje y del manejo temporal del tránsito.



TABLA DE CONTENIDO

1.	FUNDAMENTACIÓN	7
2.	OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS.....	7
3.	OBJETIVOS DEL INFORME	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4.	ALCANCE DEL INFORME	8
5.	METODOLOGÍA	9
6.	DOCUMENTOS DE PREVALENCIA.....	9
7.	ANTECEDENTES	9
8.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	10
9.	AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-AT-97B-2019.....	11
10.	RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	12
10.1.	SOBRE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES DEL PROYECTO	13
Observación No.1.	Existe la posibilidad de que la estructura de pavimento propuesta para el proyecto haya sido sobre-diseñada como consecuencia de las debilidades evidenciadas en la estimación de la demanda de tránsito del proyecto.	13
Observación No.2.	Se evidenciaron una serie de inconsistencias en los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados para las obras de drenaje del proyecto, por lo que sus resultados pueden no ser representativos del proyecto.....	17
Observación No.3.	Existe el riesgo potencial de que algunos taludes que han sido conformados a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos ...	24
10.2.	SOBRE LA CALIDAD DEL CONCRETO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE.....	29
Hallazgo No.1.	Se evidenció una alta variabilidad en el asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto	29
Hallazgo No.2.	La temperatura y resistencia del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto se han mantenido dentro de los límites establecidos.....	31
10.3.	SOBRE EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y ACABADO DE LAS OBRAS DE DRENAJE	32
Hallazgo No.3.	La condición y configuración actual de algunas contracunetas instaladas en el proyecto pueden provocar deterioros en las mismas y en las obras aledañas a éstas.....	32
Hallazgo No.4.	Se evidenciaron deterioros y malas prácticas constructivas en las obras de drenaje del proyecto	38
Hallazgo No. 5.	Se evidenció que la longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que las aguas descargadas por éstos no entren en contacto con los elementos de la superestructura	44
10.4.	SOBRE EL MANEJO TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO	46



Hallazgo No. 6. Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito durante la construcción de la obra no cumple su función de guiar y resguardar efectivamente al usuario debido a la falta de mantenimiento, su ubicación y el uso de materiales no autorizados 46

11. CONCLUSIONES 51

12. RECOMENDACIONES 52

13. REFERENCIAS..... 53

14. ANEXOS 55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA..... 9

TABLA 2. DISTRIBUCIÓN VEHICULAR DEL TPD EN LAS SECCIONES DE CONTROL 60790 Y 60800 SEGÚN EL ANUARIO DE INFORMACIÓN DE TRÁNSITO 2013 13

TABLA 3. DISTRIBUCIÓN VEHICULAR DEL TPD EN LAS SECCIONES DE CONTROL 60790 Y 60800 SEGÚN EL ANUARIO DE INFORMACIÓN DE TRÁNSITO 2017 13

TABLA 4. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL DEL PROYECTO SEGÚN CÁLCULOS DEL DISEÑADOR..... 15

TABLA 5. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL DEL PROYECTO CORREGIDO 15

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN EL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS SEGÚN LA TABLA 5.2.1 DEL INFORME. 23

FIGURA 2. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN EL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS CORREGIDOS SEGÚN OFICIO CACISA-2019-0336. 24

FIGURA 3. TALUD AL LADO DERECHO DE LA ESTACIÓN 3+286..... 25

FIGURA 4. TALUD A AMBOS LADOS DE LA CARRETERA DE LA ESTACIÓN 4+260..... 26

FIGURA 5. TALUD AL LADO DERECHO DE LA ESTACIÓN 13+397..... 26

FIGURA 6. TALUD AL LADO DERECHO DE LA ESTACIÓN 17+360..... 27

FIGURA 7. TALUD AL LADO DERECHO DE LA ESTACIÓN 19+440..... 27

FIGURA 8. FALLA DEL TALUD AL LADO DERECHO DE LA ESTACIÓN 12+202 28

FIGURA 9. ASENTAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO MEDIDAS POR EL ORGANISMO DE VERIFICACIÓN 30

FIGURA 10. TEMPERATURA DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO MEDIDAS POR EL ORGANISMO DE VERIFICACIÓN 31

FIGURA 11. EROSIÓN AL FINAL DEL TRAMO CONSTRUIDO DE LA CONTRACUNETA INSTALADA EN LA ESTACIÓN 11+850..... 32

FIGURA 12. EROSIÓN AL FINAL DEL TRAMO CONSTRUIDO DE LA CONTRACUNETA INSTALADA EN LA ESTACIÓN 12+700..... 33

FIGURA 13. EROSIÓN AL FINAL DEL TRAMO CONSTRUIDO DE LA CONTRACUNETA INSTALADA EN LA ESTACIÓN 19+050..... 33

FIGURA 14. EROSIÓN DEL SUELO ALREDEDOR DE LA CONTRACUNETA INSTALADA EN EL ESTACIONAMIENTO 19+050..... 34

FIGURA 15. DETERIOROS EN LAS CONTRACUNETAS INSTALADAS EN EL ESTACIONAMIENTO 19+050. 35

FIGURA 16. COLMATACIÓN DE LAS CONTRACUNETAS INSTALADAS EN EL ESTACIONAMIENTO 19+050. 36

FIGURA 17. CONTRACUNETA INSTALADA EN EL ESTACIONAMIENTO 7+783 CON PENDIENTE CONSIDERABLE. 37

FIGURA 18. CONTRACUNETAS INSTALADAS EN EL ESTACIONAMIENTO 8+465 CON PENDIENTES CONSIDERABLES. 37



FIGURA 19. CONTRACUNETA INSTALADA EN EL ESTACIONAMIENTO 13+506 CON PENDIENTE CONSIDERABLE. 37

FIGURA 20. VISTA ISOMÉTRICA DEL BAJANTE DE LA CONTRACUNETA SEGÚN EL PLANO 7.1.4 DEL PROYECTO. 38

FIGURA 21. NIDOS DE PIEDRA EN EL DELANTAL Y DIENTE DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 0+707. 39

FIGURA 22. DESPERFECTOS EN EL CABEZAL DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 3+902. 39

FIGURA 23. ACERO EXPUESTO EN LA TOMA DE AGUAS DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 5+258. 39

FIGURA 24. NIDOS DE PIEDRA EN EL ALETÓN DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 5+258. 40

FIGURA 25. NIDOS DE PIEDRA EN EL DELANTAL Y DIENTE DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 5+258. 40

FIGURA 26. NIDOS DE PIEDRA EN EL CABEZAL DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 8+613. 40

FIGURA 27. AGRIETAMIENTOS EN LOS SELLOS DE UNIÓN INTERNOS DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 0+707. 41

FIGURA 28. AGRIETAMIENTOS EN LOS SELLOS DE UNIÓN INTERNOS DE LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 0+827. 41

FIGURA 29. DESPRENDIMIENTO DEL SELLO DE UNIÓN INTERNO EN LA ALCANTARILLA INSTALADA EN EL KM 5+258. 42

FIGURA 30. NIDOS DE PIEDRA EN LA COLUMNA IZQUIERDA DEL BASTIÓN 2 DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE. 42

FIGURA 31. NIDOS DE PIEDRA EN LA COLUMNA IZQUIERDA DEL BASTIÓN 2 DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE. 43

FIGURA 32. DESPERFECTO EN LA COLUMNA IZQUIERDA DEL BASTIÓN N° 2 DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE. 43

FIGURA 33. COLADO DE LA LOSA DE APROXIMACIÓN DEL LADO DE PAQUERA DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE. 44

FIGURA 34. SECCIÓN DEL PLANO 8.1.6 DEL PROYECTO. 45

FIGURA 35. TUBOS DE LOS DRENAJES DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE. 45

FIGURA 36. MALLA CON EXCESO DE POLVO. 46

FIGURA 37. MALLA DETERIORADA Y CON EXCESO DE POLVO. 47

FIGURA 38. CONOS DETERIORADOS, SIN MATERIAL RETROREFLECTIVO Y CON EXCESO DE POLVO. 48

FIGURA 39. BARRERA SUeltas, EN MAL ESTADO Y SIN RETROREFLECTIVO. 48

FIGURA 40. SEÑAL EN MAL ESTADO. 48

FIGURA 41. SEÑALES CON LÁMINAS DE COLOR AMARILLO COMO SEÑALAMIENTO DE CONTROL DE OBRA. 49

FIGURA 42. CABEZAL DE ALCANTARILLA SIN PROTECCIÓN NI SEÑALAMIENTO PREVENTIVO. 49

FIGURA 43. DESNIVEL MAYOR A 3 M SIN SEÑALAMIENTO NI PROTECCIÓN PARA LOS USUARIOS. 50

FIGURA 44. SECCIÓN DEL PLANO 11.1.16 COMPRENDIDA ENTRE LOS ESTACIONAMIENTOS 17+800 Y 18+000. 50

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO 11

MAPA 2. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS 18



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES, LA CALIDAD DEL CONCRETO Y LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA RUTA NACIONAL N° 160, SECCIÓN: PLAYA NARANJO – PAQUERA

1. FUNDAMENTACIÓN

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

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

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (Lo subrayado no es del texto original)

2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas 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.

3. OBJETIVOS DEL INFORME

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos llevados a cabo hasta el momento en el proyecto: Mejoramiento y

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 7 de 79
-----------------------	--------------------------------	----------------



rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera, con el fin de fiscalizar la eficiencia en la ejecución del proyecto y controlar de los riesgos potenciales.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad y pertinencia de los estudios geotécnicos, el diseño de la estructura de pavimento y los estudios hidrológicos que fueron desarrollados como parte de los estudios preliminares del proyecto.
- Evaluar el cumplimiento de las especificaciones del concreto utilizado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto.
- Evaluar los procesos constructivos y el acabado de las obras de drenaje del proyecto de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Evaluar el manejo temporal del tránsito y la seguridad vial del proyecto.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio consistió en la evaluación de los estudios preliminares, el análisis de la calidad del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje y la evaluación de los procesos constructivos de las obras de drenaje y del manejo temporal del tránsito.

Para la evaluación de los estudios preliminares del proyecto, se analizaron los estudios geotécnicos, los estudios hidrológicos y el diseño de la estructura de pavimento. Por su parte, en la evaluación de la calidad del concreto utilizado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto, se utilizaron los resultados brindados por el Organismo de Verificación que fueron remitidos a esta Unidad de Auditoría Técnica y se analizó el cumplimiento de los parámetros de temperatura, asentamiento y resistencia del concreto. En cuanto a la evaluación del proceso constructivo de las obras de drenaje y del manejo temporal del tránsito, esto se realizó mediante visitas a campo y de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.

El periodo de ejecución de esta auditoría es el comprendido entre el mes de abril de 2018 y el mes de diciembre de 2019, durante la fase previa y la etapa constructiva del proyecto.

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

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 8 de 79
-----------------------	--------------------------------	----------------



5. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad del proyecto.

Las actividades que fueron desarrolladas por el equipo auditor consistieron en visitar los diversos frentes de trabajo, hacer una revisión de los documentos del proyecto, programar muestreos a los materiales y analizar los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto para la verificación de la calidad de los materiales.

6. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

El orden de prioridad de los documentos se estableció según lo indicado en el Cartel de Licitación del proyecto, el cual establece la siguiente secuencia:

- El contrato
- La Carta de Aceptación
- La Oferta
- Las Condiciones Especiales – Parte A
- Las Condiciones Especiales – Parte B
- Las Condiciones Generales
- Las Especificaciones
- Los Planos
- Los Formularios y cualquier otro documento que forme parte del contrato

7. ANTECEDENTES

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

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

Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la Administración
LM-AT-51-18	05/04/2018	Oficio de inicio de auditoría y solicitud de información	DM-2018-1263
LM-AT-83-18	04/06/2018	Estado del proyecto y solicitud de información	DM-2018-2478
LM-AT-128-18	27/09/2019	Solicitud de información	1207_2018
LM-PI-95-2018	29/11/2018	Control del polvo, control del tránsito y cambios de alcantarillas	DM-2019-0286
LM-PI-012-2019	19/02/2019	Remisión de informes: LM-IG-07-18 y CIEDES-003-2019	DM-2019-3105
LM-IC-D-0296-19	02/05/2019	Observaciones de la conformación de taludes	DM-2019-1779
LM-IC-D-0458-19	24/06/2019	Aclaración diseño base estabilizada	DM-2019-2609
LM-IC-D-0556-19	19/07/2019	Observaciones obras de drenaje	DM-2019-3105

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 9 de 79
-----------------------	--------------------------------	----------------

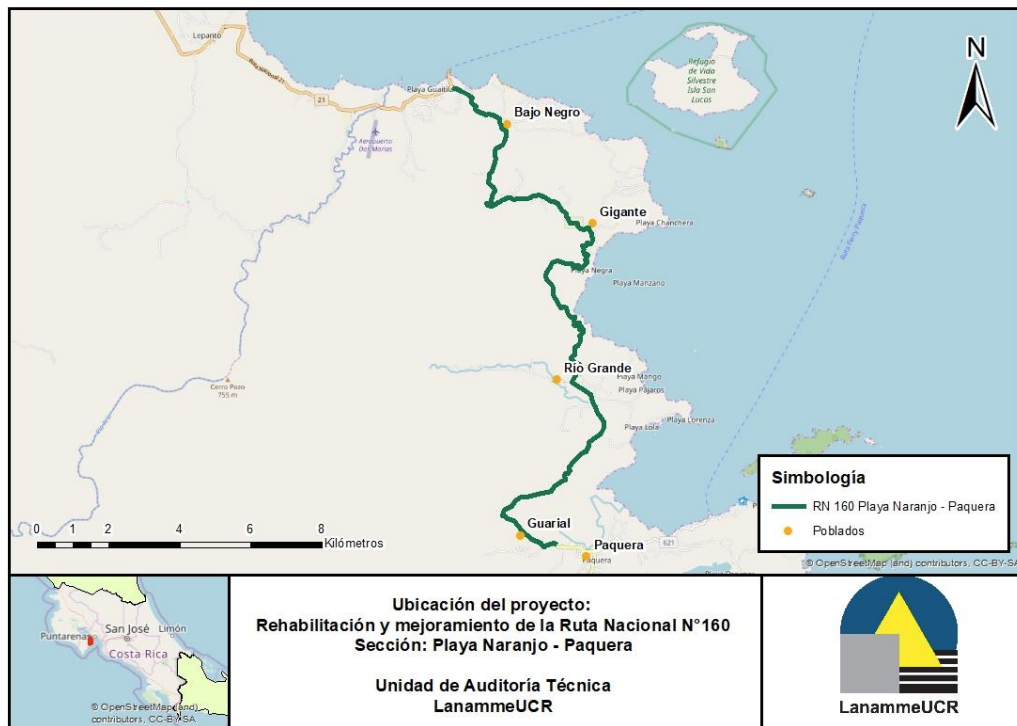


LM-IC-D-0607-19	07/08/2019	Observaciones al diseño de pavimentos	DM-2019-3209
LM-IC-D-0732-19	09/09/2019	Remisión de informes de ensayo: material de relleno y acero	No aplica
LM-IC-D-0876-19	16/10/2019	Aspectos constructivos: acero expuesto y deterioros en obras de drenaje	DM-2019-4331
LM-IC-D-0997-19	21/11/2019	Aspectos constructivos: subbase, muro de gaviones, tubos crosshole	DM-2019-4813

8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es realizar el mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, en la sección comprendida entre Playa Naranjo y Paquera. La obra se desarrolla entre el entronque de la Ruta Nacional N°21 y la Ruta Nacional N°160 y la población de Paquera (ver Mapa 1). El proyecto tiene una longitud aproximada de 21,82 km e incluye las siguientes actividades:

- Construcción de una carretera de dos carriles (uno por sentido).
- Construcción de cuatro salidas laterales a las poblaciones de Playa Pájaros, Dulce Nombre, Punta Llorona y Quebrada Bonita.
- Construcción de tres puentes de dos carriles sobre los ríos: Gigante, Grande y Guarial.
- Construcción de pasos de fauna silvestre superiores e inferiores.
- Construcción de aceras y bahías de buses en zonas urbanas.
- Rehabilitación del sistema de drenaje.
- Obras de estabilización de taludes.



Mapa 1. Ubicación del proyecto

9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-AT-97B-2019

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante oficio LM-IC-D-0024-20 del 9 de enero de 2020 (recibido el 13 de enero de 2020), se envió el presente informe en versión preliminar (identificado como LM-AT-97B-2019) a la parte auditada para su análisis y, en caso de requerirse, se procediera a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría; para tales efectos se otorgó un plazo de 15 días hábiles posteriores al recibo de dicho informe, dicho plazo finalizó el 3 de febrero de 2020.

Adicionalmente, el día lunes 20 de enero de 2020, se realizó con el auditado la presentación oral de los resultados del informe preliminar en las instalaciones del LanammeUCR con el fin de comentar aspectos relacionados con su contenido. A esta actividad asistieron los siguientes participantes:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------------|
| Ing. Germán Juyar Mora | Coordinador General - Unidad Ejecutora |
| Ing. José Luis Pancorbo | Gestor de Proyectos - Unidad Ejecutora |
| Ing. David Barrantes Alfaro | Analista - Unidad Ejecutora |
| Ing. Tomás Figueroa Malavassi | Director - Unidad Asesora |
| Lic. Diego Moya Cortés | Consultor - Unidad Asesora |

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 11 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Ing. Carlos Arroyo Rojas
Ing. Randall González Uribe
Ing. Jeffrey Ramírez Chaves
Ing. Wendy Sequeira Rojas
Ing. Daniel Espinoza Alfaro
Ing. Mauricio Picado Muñoz

Director Técnico - Supervisión
Ingeniero de proyecto - Supervisión
Consultor de Calidad - Supervisión
Coord. Unidad de Auditoría Técnica - LanammeUCR
Inspector Vial - LanammeUCR
Auditor Técnico - LanammeUCR

El día lunes 3 de febrero de 2020, se recibe en las instalaciones del LanammeUCR el oficio DM-2020-0373 (de fecha 3 de febrero de 2020), remitido por el Ing. Tomás Figueroa Malavassi como descargo al informe en versión preliminar LM-AT-97B-2019. Como parte del descargo, se adjuntan los oficios 0108-2020 (de fecha 30 de enero de 2020), donde la Unidad Ejecutora del programa brinda descargo al informe y el oficio MSD-LGC-2020-032 (de fecha 30 de enero de 2020), donde la Supervisión brinda también descargo al informe en cuestión (ver Anexo 6).

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en mención (ver Anexo 7) y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe LM-AT-97-2019 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.

10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

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

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

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

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimiento.

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 12 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



10.1. SOBRE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES DEL PROYECTO

Observación No.1. Existe la posibilidad de que la estructura de pavimento propuesta para el proyecto haya sido sobre-diseñada como consecuencia de las debilidades evidenciadas en la estimación de la demanda de tránsito del proyecto.

Se evidenciaron inconsistencias en la determinación del tránsito promedio diario (TPD) del proyecto que hacen pensar que éste fue sobre-estimado. Además, hay falta de claridad en algunos criterios utilizados para la determinación de este TPD que aumentan la incertidumbre de esta estimación. A continuación, se detallan las inconsistencias encontradas:

En el documento “*Diseño estructural de pavimento*” (CACISA, 2016), se indica que se realizaron aforos durante tres días consecutivos en un periodo de 12 horas para determinar el TPD, esto según la exigencia contractual. No obstante, no se indica si estos aforos son representativos para la totalidad del proyecto. Cabe recordar que el proyecto abarca dos secciones de control: 60790 y 60800, y cada una de ellas tiene un TPD que las caracteriza y que difiere del otro, esto según los anuarios de información de tránsito 2013 y 2017 de la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT. Además, la distribución vehicular obtenida del aforo varía levemente de la presentada en los anuarios de información de tránsito 2013 y 2017 (ver Tabla 2 y Tabla 3).

Tabla 2. Distribución vehicular del TPD en las secciones de control 60790 y 60800 según el anuario de información de tránsito 2013

Fuente	Año	TPD (veh)	Liviano	Carga liviana	Bus	C2	C2+	C3	T3-S2
Aforo	2015	808	60,88%	25,30%	2,00%	2,83%	5,73%	2,21%	1,05%
SC 60790	2010	253	48,27%	35,06%	0,00%	14,37%		2,30%	0,00%
SC 60800	2010	1195	58,64%	29,20%	3,28%	8,52%		0,36%	0,00%

Fuente: MOPT, 2013.

Tabla 3. Distribución vehicular del TPD en las secciones de control 60790 y 60800 según el anuario de información de tránsito 2017

Fuente	Año	TPD (veh)	Liviano	Carga liviana	Bus	C2	C2+	C3	T3-S2
Aforo	2015	808	60,88%	25,30%	2,00%	2,83%	5,73%	2,21%	1,05%
SC 60790	2015	505	51,74%	30,28%	2,52%	11,36%		4,1%	0,00%
SC 60800	2015	1977	62,47%	26,94%	1,50%	8,67%		0,17%	0,25%

Fuente: MOPT, 2017.

Como se puede observar en la Tabla 2 y Tabla 3, el TPD que circula por la sección de control 60790 es inferior al TPD que circula por la sección de control 60800, lo que hace pensar que el tránsito medido en el aforo difícilmente es representativo de la totalidad del proyecto.

Además, el aforo realizado se llevó a cabo los días 21, 22 y 23 de diciembre de 2015, sin embargo, Magaña, en el estudio “Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica” (2014), determinó que el mes de diciembre cuenta con



patrones atípicos en las estaciones de Liberia y Tempisque para el total de vehículos y para la distribución del tráfico por día de la semana, por lo que haber realizado los aforos en los últimos días de diciembre pudo haber afectado las estimaciones de tránsito, dado que en estas fechas se encuentran las vacaciones escolares y de muchos empleados. Adicionalmente, en estas fechas existen cambios en las actividades turísticas en la zona en estudio.

Por otro lado, como los conteos se realizaron sólo por tres días y durante sólo 12 horas, se utilizaron factores horarios y estacionales para determinar el TPD ajustado del proyecto. Los factores horarios y estacionales fueron obtenidos de las estaciones permanentes Tempisque y Liberia, respectivamente, justificando que éstas son las estaciones permanentes más cercanas al proyecto, pero sin detallar por qué los factores utilizados son representativos del proyecto. Llama la atención que se utilizaran dos estaciones permanentes diferentes cuando se pudo utilizar únicamente la estación de Liberia y extraer de ésta ambos factores, pero no se explica por qué se utilizaron ambas estaciones.

Cabe mencionar que el Anuario de información de tránsito 2017 establece: *“Para aplicar los factores de expansión anteriormente mostrados, quedará a criterio del usuario cuál de las estaciones permanentes utilizar. Se recomienda escoger la estación más cercana al sitio de estudio, y que este sitio esté conectado de alguna manera (como ruta colectora o alimentadora) con la ruta donde se ubica la estación de conteo. Esto con el fin de que presenten similares patrones de flujo horarios y diarios. Asimismo, considerar en esa asignación una similar actividad económica entre ambos sitios, por ejemplo, que pertenezcan a zonas turísticas, residenciales, comerciales o de producción agrícola equivalentes”.* (Lo subrayado no es del texto original). Sin embargo, no queda clara la relación existente entre las estaciones de tránsito seleccionadas y el sitio de estudio, tanto en patrones de flujo horarios y diarios como en actividad económica.

La metodología para el ajuste del tránsito seguida por el diseñador presenta un error al emplear el factor diario. Según la sección 7.4 *Ajuste de Tránsito con Factores* del Anuario de información de tránsito 2015 de la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT:

Si se tiene un conteo de menos de 24 horas, se procederá primero a expandirlo a 24 horas mediante la Ecuación 1 y se obtiene un volumen de tránsito diario. Posteriormente, se procederá a utilizar un factor diario para expandir a un Tránsito promedio diario anual (TPDA), según la Ecuación 2 (MOPT, 2015).

$$\text{Volumen de Tránsito Diario} = \frac{\text{Volumen del recuento} * 100}{\% \text{ del volumen de la hora } x} \text{ (Ecuación 1)}$$

$$\text{TPDA} = F_d * \text{Volumen de Tránsito Diario} \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde,

$TPMDS_d$ = Tránsito promedio mensual de día de la semana

d = día de la semana

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 14 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



F_d = Factor diario

No obstante, el diseño presentado divide el volumen de tránsito diario entre el factor diario, contrario a lo establecido en la Ecuación 2, donde se multiplica el volumen de tránsito diario por el factor diario. De esta manera, el TPDA calculado debió ser menor al obtenido (ver Tabla 4 y Tabla 5).

Tabla 4. Cálculo del tránsito promedio diario anual del proyecto según cálculos del diseñador

Fecha de aforo	Sentido	Total	Factor horario	TPD (veh)	Factor estacional	TPDA (veh)
Lunes 21/12/2015	Paquera - Playa Naranjo	241	0,74	326	0,89	366
	Playa Naranjo - Paquera	241		326		366
	Ambos sentidos	482		652		732
Martes 22/12/2015	Paquera - Playa Naranjo	277		374	0,88	425
	Playa Naranjo - Paquera	287		388		441
	Ambos sentidos	564		762		866
Miércoles 23/12/2015	Paquera - Playa Naranjo	278		376	0,89	422
	Playa Naranjo - Paquera	266		359		403
	Ambos sentidos	544		735		825
Promedio						808

Fuente: CACISA, 2016

Tabla 5. Cálculo del tránsito promedio diario anual del proyecto corregido

Fecha de aforo	Sentido	Total	Factor horario	TPD (veh)	Factor estacional	TPDA (veh)
Lunes 21/12/2015	Paquera - Playa Naranjo	241	0,74	326	0,89	290
	Playa Naranjo - Paquera	241		326		290
	Ambos sentidos	482		652		580
Martes 22/12/2015	Paquera - Playa Naranjo	277		374	0,88	329
	Playa Naranjo - Paquera	287		388		341
	Ambos sentidos	564		762		670
Miércoles 23/12/2015	Paquera - Playa Naranjo	278		376	0,89	335
	Playa Naranjo - Paquera	266		359		320
	Ambos sentidos	544		735		655
Promedio						635

Fuente: Elaboración propia, 2019

En el diseño presentado se propone un aumento del TPD del 20% en el primer año debido a la pavimentación, pero no se explica cómo se estimó este crecimiento del 20% en el primer año. En el documento "Evaluación Económica Proyecto Playa Naranjo – Paquera" (MOPT, 2014), se indica lo siguiente:



“Debido a las características del proyecto Playa Naranjo – Paquera se considera probable que su realización produzca la atracción de tránsito debido a la mejoría de las condiciones de ruedo de la vía, no obstante, para ser tomado en cuenta en el análisis se requiere de estudios adicionales, por lo que el tránsito generado no es tomado en cuenta en la presente evaluación”. (Lo subrayado no es del texto original).

No obstante, en el oficio CACISA-2019-0591 (de fecha 21 de agosto de 2019), se indica que no se realizaron los estudios adicionales que se mencionan anteriormente (estudios de atracción y generación de viajes), por lo que no hay claridad sobre el respaldo técnico para la selección de un aumento del TPD del 20% en el primer año de servicio.

Según Cal y Mayor y Cárdenas (2007), en las carreteras construidas con altas especificaciones, el suelo lateral tiende a desarrollarse más rápidamente de lo normal, generando un tránsito adicional del orden del 5 % del tránsito actual (mucho menor al 20% supuesto).

Por otro lado, se utilizó una tasa de crecimiento del 5%, asumiendo una tasa un punto superior al promedio histórico del Producto Interno Bruto (PIB) (lo anterior se aclaró en el oficio CACISA-2019-0591 pues en el informe esto no queda claro), sin embargo, no se explica ni queda claro el porqué de esta relación (PIB – tasa de crecimiento). En el anuario de tránsito de 2013, se sugiere una tasa de crecimiento de 6,95% para la sección de control 60800 y de 4,04% para la sección de control 60790. Por su parte, en el documento “Evaluación Económica Proyecto Playa Naranjo – Paquera”, se utiliza un porcentaje de crecimiento que varía de 4,04% al 3,93% para la sección de control 60790 y de 6,99% a 5,23% para la sección de control 60800.

Al momento de estimar el crecimiento del tránsito, no se compararon las tasas utilizadas con el histórico del tránsito en el área de estudio, ni con el crecimiento del tránsito en las estaciones permanentes cercanas. Las proyecciones de tráfico no presentan intervalos de confianza. Tampoco se generaron análisis de sensibilidad de los diferentes supuestos a las estimaciones utilizados.

Las inconsistencias antes señaladas pudieron generar la sobre-estimación del tránsito que circula por el proyecto y, en consecuencia, el sobre-diseño de la estructura de pavimento, llevando a la Administración a incurrir en mayores gastos que los requeridos para satisfacer la demanda de tránsito del proyecto estimada de forma más precisa.

Cabe mencionar que las observaciones acá indicadas fueron comunicadas a la Administración mediante la nota-informe LM-IC-D-0607-19, de fecha 7 de agosto de 2019. La Administración brindó respuesta a esta nota mediante el oficio DM-2019-3209, de fecha 22 de agosto de 2019.

Dadas las inconsistencias señaladas en esta observación, la Supervisión procedió a revisar el diseño de la estructura de pavimentos realizado por CACISA en el 2016 y, producto de esta revisión, sugirió un nuevo diseño para la estructura de pavimentos; sin embargo, a la

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 16 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



fecha de publicación de este informe final, no se tuvo acceso a la versión final aprobada de este rediseño.

Observación No.2. Se evidenciaron una serie de inconsistencias en los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados para las obras de drenaje del proyecto, por lo que sus resultados pueden no ser representativos del proyecto

Durante la revisión del Capítulo 5 *Estudios Hidrológicos de Drenajes Menores* y Capítulo 6 *Diseño Hidrológico de Drenajes Mayores (Puentes)* del informe “*Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera*” (CACISA, 2016) (en adelante “informe”), se evidenciaron una serie de inconsistencias en la información base y el alcance de las metodologías utilizadas en los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados para las obras de drenaje menor y las obras de drenaje mayor del proyecto. Las inconsistencias encontradas fueron comunicadas a la Administración mediante el oficio LM-PI-012-2019 (de fecha 19/02/2019). Entre las inconsistencias encontradas están:

- Para determinar la intensidad de precipitación, se utilizó información de estaciones meteorológicas que no necesariamente son representativas del sitio en estudio.
- No se comprobó que la tormenta de diseño fuera uniforme en toda la cuenca en estudio ni que la descarga máxima se diera cuando la totalidad de la superficie esté drenando, principios fundamentales para la aplicación del método racional.
- El tiempo de concentración se determinó mediante la fórmula empírica de Kirpich, sin embargo, los resultados de esta ecuación no necesariamente son representativos del proyecto.
- Lo longitud de la información topográfica utilizada para el modelado hidráulico de los puentes del proyecto parece corta.
- La modelación hidráulica del puente sobre el Río Gigante presenta algunos resultados dudosos.

A continuación, se desarrolla con mayor detalle cada una de las inconsistencias encontradas.

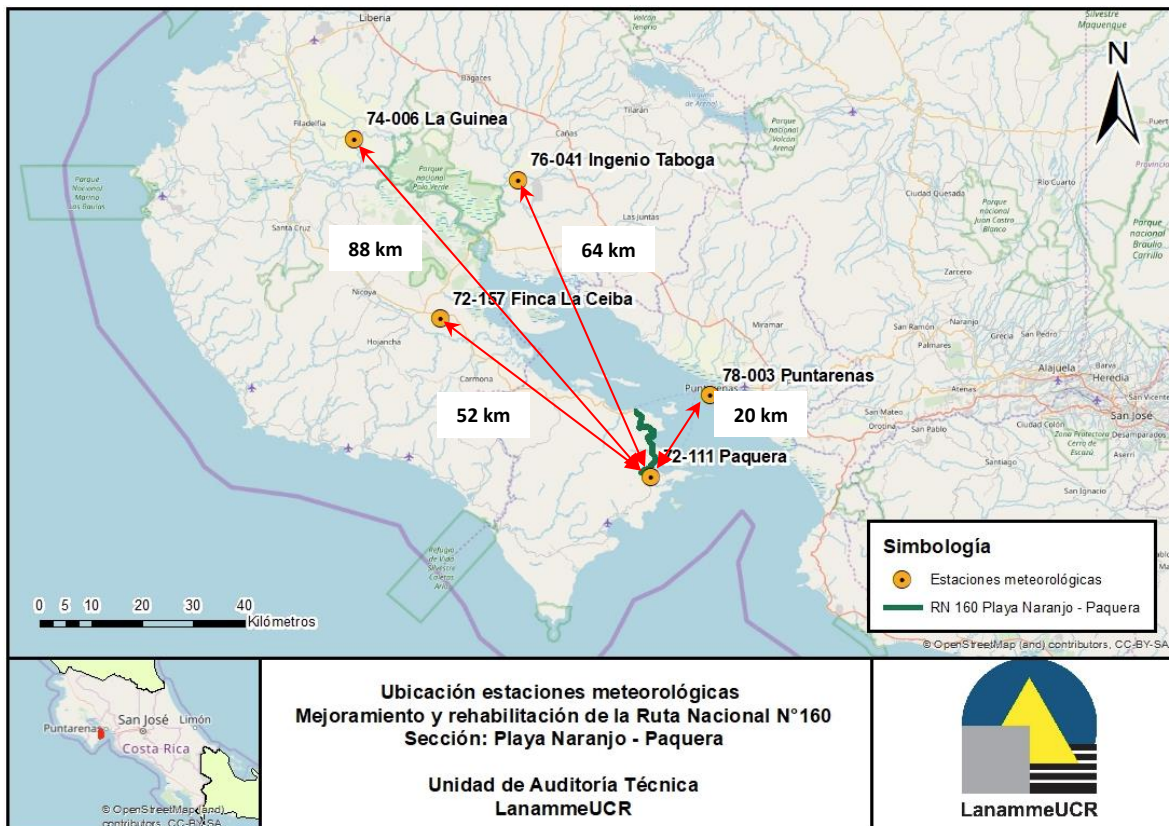
Para la información de intensidad de precipitación de las obras de drenaje menor, se utilizó el promedio aritmético del valor de intensidad de precipitación estimado con base en los registros de precipitación de las estaciones meteorológicas 78-003 Puntarenas, 72-157 Finca La Ceiba, 76-041 Ingenio Taboga y 74-006 La Guinea. Según Oreamuno (2019), las diferencias en los valores de intensidad de precipitación obtenidos por las diversas metodologías utilizadas hacen dudar que el promedio aritmético de los resultados obtenidos sea representativo de la intensidad de precipitación real del proyecto, ya que en algunos casos las diferencias de intensidad de precipitación superaban los 200 mm/h.

Además, no fue posible confirmar que las estaciones meteorológicas seleccionadas son representativas de la zona en estudio, pues no se brinda una explicación del porqué se

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 17 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



seleccionaron estas estaciones ni se realizó una comparación entre el registro de precipitación de estas estaciones con el registro de la estación meteorológica de Paquera (ubicada dentro del área del proyecto), con el fin de demostrar que el registro de las estaciones seleccionadas es representativo del proyecto. Llama la atención que la estación meteorológica 76-041 Ingenio Taboga se ubica en Cañas de Guanacaste, la estación 74-006 La Guinea se ubica en Filadelfia de Guanacaste y la estación 72-157 Finca La Ceiba se ubica en Pueblo Viejo de Guanacaste. Las estaciones meteorológicas se ubican lejanas al proyecto y entre sí (ver Mapa 2), lo que en principio hace dudar de su representatividad con el área de estudio y de la homogeneidad de los registros de precipitación (ver las diferencias de intensidad de precipitación en el Anexo A-2 *Datos para el Diseño Hidrológico 1* del Capítulo 5 del informe), lo que aumenta la incertidumbre del promedio aritmético realizado. En cuanto a la estación meteorológica de Puntarenas, ésta se ubica en la Unidad biótica Tropical, Tropical, subhúmeda seca, mientras que el área del proyecto se ubica en la Unidad biótica Tropical, Tropical, subhúmeda húmeda, lo que hace dudar de que los patrones de precipitación de la estación meteorológica de Puntarenas sean representativos de la zona de estudio.



Mapa 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas



También llama la atención que las relaciones intensidad, duración y frecuencia (I-D-F) utilizadas para la estación de Puntarenas datan del año 1992 (24 años antes de la fecha del estudio), por lo cual posiblemente no se utilizó la información más actualizada. En el oficio CACISA-2019-0336 (de fecha 30 de abril de 2019), el diseñador señala que se utilizaron las relaciones I-D-F de la estación de Puntarenas pues no existe esta información para la estación de Paquera. Además, indica que la actualización de la información de la estación meteorológica de Puntarenas no era parte del objetivo del estudio. Sin embargo, en el contrato “*Contratación de una firma Consultora para realizar la actualización del diseño geométrico, diseño de pavimento, planos constructivos, especificaciones y presupuesto para el mejoramiento de la Ruta Nacional No. 160, Sección Playa Naranjo – Paquera*”, se indica lo siguiente:

*“5) Actualización de los estudios hidrológicos e hidráulicos empleando la información existente la [sic] y **que fuera necesario recabar, con base en los nuevos criterios de análisis, necesarios para los diseños** de los tres puentes sobre los ríos Guarial, Gigante y Grande; así como la actualización del diseño de los drenajes transversales y longitudinales que sean necesarios para garantizar la correcta evacuación de las aguas de lluvia. [...]”* (Lo destacado no es del texto original).

Por lo cual, no es de recibo lo afirmado con respecto a que la actualización de la información utilizada para la estación de Puntarenas o el desarrollo de curvas I-D-F para la estación de Paquera está fuera del objetivo del estudio hidrológico, pues esta información era necesaria de recabar para realizar estudios representativos del proyecto y acordes a su importancia.

En el oficio CACISA-2019-0336, el diseñador señala que inicialmente se propuso considerar únicamente la estación 72-157 Finca La Ceiba, la cual es la más cercana al proyecto. Sin embargo, determinaron que los valores obtenidos eran muy bajos para la magnitud e importancia del proyecto, por lo que se decidió utilizar otras estaciones con el fin de contemplar un valor de mayor intensidad. No obstante, en este oficio no se mencionan los fundamentos técnicos que llevaron al diseñador a concluir que los resultados obtenidos mediante el procesamiento de datos de la estación 72-157 Finca La Ceiba no eran representativos del proyecto. Tampoco se explica el porqué, si se determinó que los resultados brindados del procesamiento de datos de la estación 72-157 La Ceiba no eran representativos del proyecto, se utilizan de igual manera los resultados de esta estación en el promedio aritmético realizado para obtener la intensidad de precipitación del proyecto.

Para el caso de las obras de drenaje mayor, las intensidades de precipitación se obtuvieron de las relaciones I-D-F obtenidas por Vahrson (1992) para la estación meteorológica 78-003 Puntarenas. Como se mencionó anteriormente, la información obtenida de esta estación meteorológica no necesariamente es representativa de las cuencas en estudio. Aunado a lo anterior, llama la atención de que, para las obras de drenaje menor, el diseñador haya optado por determinar el promedio aritmético del valor de intensidad de precipitación estimado para las estaciones meteorológicas 72-157 Finca La Ceiba, 76-041

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 19 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Ingenio Taboga, 74-006 La Guinea y 78-003 Puntarenas, mientras que, para las obras de drenaje mayor, utiliza únicamente el valor de intensidad de precipitación determinado según el registro de precipitación de la estación de Puntarenas. En el informe no se explica por qué se aplican metodologías diferentes para determinar la intensidad de precipitación para las obras de drenaje menor y mayor.

Por su parte, para el cálculo del caudal de diseño de las obras de drenaje menor, se utilizó el método racional, sin embargo, algunos de los sitios de estudio no satisfacen los principios fundamentales para la aplicación de este método. La sección 4.5.1 *Método Racional* del Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica (SIECA 2016) establece que el método racional:

“[...] calcula la descarga máxima asumiendo que la lluvia es uniforme en toda la cuenca y la descarga máxima se dará cuando la totalidad de la superficie esté drenando [...]”.

Por ello, el diseñador menciona en la sección 5.6 *Escogencia del Método para la Estimación del Caudal de Diseño* lo siguiente:

“Uno de los requerimientos del método es que la precipitación sobre la cuenca sea uniforme en espacio y tiempo. Para esto es necesario que cumpla con ciertos requisitos como tamaño máximo, forma y ubicación del cauce.

Por lo tanto, para obtener resultados confiables, es deseable que el área sea menor a 10 (diez) km² y tenga forma regular, es decir que el lado largo de la cuenca sea a lo sumo dos veces el lado corto. Para cuencas no tan regulares se requiere que el área no exceda los 5 (cinco) km²”.

No obstante, en aproximadamente el 40% de las áreas de drenaje analizadas, las diferencias de elevación superan los 100 m y en algunos casos inclusive los 300 m. Según Oreamuno (2019), las diferencias de elevación hacen presumir que, difícilmente la intensidad de precipitación será uniforme sobre toda el área de drenaje, durante el tiempo de concentración estimado para cada cuenca.

Además, para las quebradas Congo, Naranjo, Los Ángeles y para los pasos de alcantarilla ubicados en los estacionamientos 9+900 y 10+798,57, según planos, los tiempos de concentración superan los 15 minutos. Según Oreamuno (2019), la duración del tiempo de concentración, unida a que, en las áreas de drenaje señaladas, las diferencias de elevación superan los 150 m, incrementa la incertidumbre acerca de los resultados obtenidos.

Al igual que para las cuencas de las obras de drenaje menor, el caudal de diseño de las obras de drenaje mayor se determinó mediante la aplicación del método racional, sin embargo, la cuenca del río Grande (31,29 km²) y la cuenca del río Guarial (19,78 km²) no satisfacen los requisitos de área establecidos en el Capítulo 5 del informe para el uso del método racional (máximo 10 km² para cuencas regulares). Por su parte, el área de drenaje



de la cuenca del río Gigante tiene 9,09 km², no obstante, no parece cumplir con las condiciones de regularidad indicadas en el capítulo 5 del informe (el lado largo de la cuenca es a lo sumo dos veces el lado corto). Si bien el manual SIECA 2016 permite áreas tributarias de hasta 50 km² para la implementación del método racional, llama la atención que el mismo diseñador establezca un límite para el área de drenaje permitida y luego no satisfice este requerimiento en el mismo informe. Como se mencionó anteriormente, la sección 4.5.1 *Método racional* del manual SIECA 2016 establece que, para poder implementar el método racional, la precipitación debe ser uniforme en toda la cuenca y la descarga máxima se dará cuando la totalidad de la superficie esté drenando. El principio anterior es difícil de cumplir en áreas de drenaje muy grandes, pues difícilmente la descarga máxima se va a dar cuando la totalidad de la cuenca esté drenando. Además, debido a que las diferencias de elevación en las cuencas en estudio son muy grandes, es difícil de creer que la tormenta es uniforme en toda el área de drenaje durante el tiempo de concentración estimado, más aún en áreas de drenaje grandes.

Según Oreamuno (2019), ante las inconsistencias encontradas en la implementación del método racional, es difícil poder afirmar que la implementación del método racional para determinar el caudal de diseño en las obras de drenaje mayor del proyecto brinde resultados representativos y acordes a la importancia del proyecto y, por ende, sólo se pueden considerar aproximaciones con un alto nivel de incertidumbre, ya que se estimaron sin tener en consideración la distribución espacial y temporal de la precipitación sobre el área de drenaje, las condiciones de uso de la tierra ni la respuesta hidrológica de la cuenca.

Para validar los resultados obtenidos mediante el método racional para las obras de drenaje mayor, se estimaron los caudales máximos instantáneos por medio de la fórmula empírica de Creager. Este método se basa exclusivamente en el área de drenaje para la estimación de los caudales y un coeficiente empírico C, el cual engloba las características físicas, climáticas y de uso de la tierra que definen el patrón de la escorrentía de una cuenca. Según Oreamuno (2019), el uso de una fórmula empírica para validar los valores de caudal máximo instantáneo no reduce la incertidumbre de los resultados obtenidos por medio del método racional, ya que, como se mencionó anteriormente, la constante empírica C engloba demasiados parámetros, que son específicos de cada cuenca, como para poder regionalizar un valor o un conjunto de valores para una zona en particular. Adicionalmente, en el informe no se menciona cuáles son las estaciones fluviográficas más representativas de la Vertiente Pacífico Norte del país ni cómo se regionalizaron los resultados obtenidos. Cabe mencionar que, para la Vertiente Pacífico Norte del país, se tienen valores de la constante empírica C tan bajos como 8, para los ríos Salitral y Liberia, y tan altos como 70 y 88 para los ríos Tempisque y Bebedero, respectivamente.

En la sección 5.7 *Procedimiento para el Diseño Hidrológico de las Cuencas Tributarias al Proyecto* del informe, se menciona que el tiempo de concentración se calculó mediante la fórmula propuesta por Kirpich y la metodología definida por Ramiro Gamboa, sin embargo,

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 21 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



esta fórmula se desarrolló para pequeñas parcelas agrícolas en los Estados Unidos y su validez para Costa Rica no ha sido verificada. En el caso del proyecto, el uso de la tierra no corresponde a pequeñas parcelas agrícolas, por lo que los resultados obtenidos por medio de la fórmula empírica de Kirpich pueden no ser representativos para las cuencas en estudio. En el caso de las obras de drenaje mayor, no se presentan los valores de los tiempos de concentración estimados.

En la sección 5.8 *Dimensionamiento Preliminar* del informe, se menciona que el dimensionamiento preliminar de las tuberías se realizó aumentando el área hidráulica en un 30%. En el oficio CACISA-2019-0336, el diseñador indica que este incremento del 30% se ha considerado como un factor de seguridad para cubrir incertidumbres, efectos de cambio climático, entre otros. Si bien, el uso de un factor de seguridad para prevenir los efectos de cambio climático es una práctica aceptable, en el informe no se brinda fundamento técnico del porqué se decidió utilizar un factor de seguridad del 30% y no otro valor, por lo cual no queda claro si el diseñador fue muy conservador a la hora de definir este factor de seguridad, lo que pudo llevar al sobre-diseño de las obras de drenaje. Cabe mencionar que, para las cuencas N° 38 (estación 7+347.93) y N° 77 (estación 16+948.90), se incrementó aún más el factor de seguridad.

Por su parte, el modelado hidráulico para la estimación de niveles y velocidades se llevó a cabo por medio del modelo hidráulico HEC-RAS. Según Oreamuno (2019), el modelo utilizado presenta dos desventajas: La primera de ellas se debe a que, como las secciones del río se definen como fronteras rígidas, el caudal utilizado para el modelado hidráulico se distribuye completamente en la sección del cauce hasta alcanzar la capacidad hidráulica necesaria para que la creciente pase por la sección, sin tomar en cuenta el flujo sobre las planicies de inundación y, como consecuencia, los niveles estimados pueden estar sobre-estimados. La segunda desventaja es que, al utilizar sólo el caudal máximo instantáneo y las secciones transversales del cauce, en lugar de utilizar el hidrograma completo de la creciente y un modelo de elevación digital de la planicie, no se está considerando el efecto de amortiguamiento que hace la planicie sobre el hidrograma de la creciente, debido al almacenamiento temporal de una parte del volumen de escorrentía que se retiene en la planicie. Además, es importante tomar en cuenta el flujo sobre las planicies, de manera que se analicen las posibles zonas de inundación y la necesidad de colocar alcantarillas en los rellenos de aproximación de los puentes.

Además, según el criterio de Oreamuno (2019), la longitud de la información topográfica utilizada para el modelado hidráulico parece corta. El modelo necesita de un conjunto de condiciones iniciales del nivel de aguas para que el balance de energía pueda llevarse a cabo. Estas condiciones iniciales no se conocen, por lo que deben estimarse por parte del profesional que realiza el estudio. Los niveles y velocidades estimados para las primeras secciones arrastran un error que disminuye con la distancia. Es posible que, a lo largo de 160 m o 180 m (longitudes utilizadas en los modelos hidráulicos de los puentes del



proyecto), estos errores todavía se mantengan y, debido a esto, los niveles de incertidumbre de los resultados del modelado hidráulico aumenten.

Los resultados de la modelación hidráulica del puente sobre el río Gigante (mostrados en la Tabla 5.2.1 del informe) presentan errores, pues se observan velocidades promedio de cero y números de Froude superiores a 25, llegando inclusive a presentar valores cercanos a 50 en las secciones transversales -0+140, -0+040 y 0+100 (ver Figura 1).

Tabla 5.2.1. Resultados para un periodo de retorno de 100 años. , Río Gigante

Sección	Q Total (m³/s)	Elev. mínima (msnm)	Elev. agua (msnm)	Profund. crítica (m)	Elev. línea energía (msnm)	Vel. Prom. (m/s)	Área mojada (m²)	Número de Froude
-0+180	114.0	10.6	12.3	12.5	13.3	0.0	4.46	25.6
-0+160	114.0	10.3	11.9	12.2	13.0	0.0	4.64	24.6
-0+140	114.0	10.1	12.3	11.7	12.6	0.0	2.43	46.8
-0+120	114.0	9.6	11.7	11.7	12.5	0.0	3.95	28.9
-0+100	114.0	9.4	11.2	11.4	12.3	0.0	4.58	24.9
-0+080	114.0	9.2	11.4	11.2	12.0	0.0	3.59	31.8
-0+060	114.0	9.0	11.4	11.1	11.9	0.0	3.14	36.3
-0+040	114.0	8.9	11.5	10.8	11.7	0.0	2.29	49.7
-0+020	114.0	8.7	11.1	10.7	11.6	0.0	3.14	36.3
0+000	114.00	8.4	10.9	10.6	-	3.5	114.0	3.47
0+020	114.0	8.0	10.9	10.1	11.3	0.0	2.69	42.4
0+040	114.0	8.6	10.5	10.4	11.2	0.0	3.59	31.8
0+060	114.0	8.3	10.5	10.1	11.0	0.0	3.11	36.7
0+080	114.0	8.1	10.3	10.1	10.9	0.0	3.09	36.9
0+100	114.0	8.2	10.4	10.2	10.8	0.0	2.27	50.3
0+120	114.0	7.4	10.0	9.8	10.6	0.0	3.57	31.9
0+140	114.0	7.1	9.9	9.7	10.5	0.0	3.54	32.2
0+160	114.0	7.2	9.7	9.7	10.4	0.0	3.55	32.1

Figura 1. Resultados de la modelación hidráulica en el puente sobre el río Gigante para un periodo de retorno de 100 años según la Tabla 5.2.1 del informe.

Fuente: CACISA, 2016

En el oficio CACISA-2019-0336, el diseñador menciona que la Tabla 5.2.1 del informe presentaba un error al reportar velocidades de cero y presenta la Tabla 5.2.1 corregida (ver Figura 2). No obstante, los resultados presentados en este oficio también generan dudas, ya que los valores de velocidad promedio, área mojada y número de Froude varían drásticamente de la sección -0+020 a la sección 0+000, y posteriormente, varían nuevamente drásticamente entre la sección 0+000 y la sección 0+020, lo anterior a pesar de que la elevación del agua no varía en gran medida y no hay una contracción drástica que explique estos resultados.



Tabla 5.2.1. Resultados para un periodo de retorno de 100 años. , Rio Gigante

Sección	Q Total (m ³ /s)	Elev. Mínima (msnm)	Elev. Agua (msnm)	Profund. Crítica (m)	Elev. Línea energía (msnm)	Vel. Prom. (m/s)	Área mojada (m ²)	Número de Froude
-0+180	114	10.6	12.3	12.5	13.3	0.01420	4.5	1.3
-0+160	114	10.3	11.9	12.2	13	0.01573	4.6	1.3
-0+140	114	10.1	12.3	11.7	12.64	0.00251	2.4	0.6
-0+120	114	9.6	11.7	11.7	12.5	0.00826	4.0	1.0
-0+100	114	9.4	11.2	11.4	12.27	0.01296	4.6	1.2
-0+080	114	9.2	11.4	11.2	12.02	0.00641	3.6	0.9
-0+060	114	9.0	11.4	11.1	11.86	0.00490	3.1	0.8
-0+040	114	8.9	11.5	10.8	11.72	0.00225	2.3	0.5
-0+020	114	8.7	11.1	10.7	11.64	0.00412	3.1	0.7
0+000	114.00	8.4	10.9	10.6		3.5	114.0	3.47
0+020	114	8.4	10.6	10.6	11.48	0.00819	4.1	1.0
0+040	114	8.0	10.9	10.1	11.26	0.00249	2.7	0.6
0+060	114	8.6	10.5	10.4	11.16	0.00640	3.6	0.9
0+080	114	8.3	10.5	10.1	11.01	0.00441	3.1	0.7
0+100	114	8.1	10.3	10.1	10.91	0.00514	3.1	0.8
0+120	114	8.2	10.4	10.2	10.77	0.00381	2.3	0.7
0+140	114	7.4	10.0	9.8	10.65	0.00624	3.6	0.9
0+160	114	7.1	9.9	9.7	10.52	0.00656	3.5	0.9

Figura 2. Resultados de la modelación hidráulica en el puente sobre el río Gigante para un periodo de retorno de 100 años corregidos según oficio CACISA-2019-0336.

Fuente: CACISA, 2019

Al respecto, la Unidad Ejecutora, en conjunto con la Supervisión, generaron la Orden de Servicio No. 11, la cual comprende la ejecución de estudios hidrológicos e hidráulicos a lo largo de la ruta, con especial énfasis en los puentes del proyecto para analizar el flujo de agua sobre las planicies de inundación. No obstante, los resultados de estos estudios serán entregados hasta el 26 de marzo de 2020, por lo que a la fecha de publicación de este informe no se contaba con los resultados de estos estudios y no fue factible emitir algún criterio al respecto.

Observación No.3. Existe el riesgo potencial de que algunos taludes que han sido conformados a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos

En el Capítulo 9 *Estudios geotécnicos para taludes, puentes, alcantarillas y muros* del informe se identificaron 24 zonas inestables en corte y se analizó la estabilidad de cada uno de ellos según la mecánica de suelos, no obstante, según Monge (2018), algunos taludes a lo largo de la línea de trazado del proyecto presentan una configuración cuyo comportamiento es posible que esté regido por los principios de la mecánica de rocas, en lugar de la mecánica de suelos (ver Fotos 9-4, 9-5, 9-9, 9-16 y 9-17 del informe

“Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera”).

Además, durante las visitas realizadas al proyecto, se ha observado que, en algunos de los taludes del proyecto, existen zonas donde pueden ser las familias de discontinuidades las que dominen el comportamiento de estabilidad del talud. Según Monge (2019), se considera recomendable realizar un análisis estereográfico para determinar si las familias de discontinuidades pueden generar planos o bloques que sean susceptibles a deslizarse a lo largo del talud. Si existiesen zonas que se encuentran más alteradas que otras en estos taludes, es recomendable plantear un modelo geotécnico específico para estos taludes y hacer los análisis por zonas, donde se puede analizar la zona de alta meteorización utilizando la mecánica de suelos y el resto del talud con las proyecciones estereográficas.

A continuación, se enlistan varios casos a ser tomados en consideración:

- Talud al lado derecho de la estación 3+286

Este talud es el que presenta una mayor evidencia para considerar realizar un análisis de estabilidad con mecanismos de la mecánica de rocas. Este talud muestra una superficie meteorizada, pero a pocos centímetros de profundidad se encuentran planos de bloques de roca buzando en la misma dirección del talud, propiciando la inestabilidad de este. Si eventualmente, los planos de la familia de discontinuidades J1 se cortan por las familias de discontinuidades J2 y J3, se podrían generar bloques que podrían llegar a ser inestables (ver Figura 3). Además, es de notar que el talud supera la altura máxima establecida en el diseño geotécnico (bermas de 3 m cada 8 m de altura).



Figura 3. Talud al lado derecho de la estación 3+286.

Fuente: Informe LM-PIG-04-19, 2019

- Taludes a ambos lados de la estación 4+260

En estos taludes se observó la formación de bloques por la intersección de familias de discontinuidades (ver Figura 4). También se observó que los taludes superan la altura máxima establecida en los diseños geotécnicos (bermas de 3 m cada 8 m de altura).

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 25 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Figura 4. Taludes a ambos lados de la carretera de la estación 4+260.

Fuente: Informe LM-PIG-04-19, 2019

➤ Talud al lado derecho de la estación 13+397

En este talud ya se vislumbran indicios de fallas de bloques formados por la intersección de las familias de discontinuidades encontradas en el macizo rocoso (ver Figura 5). Aunado a lo anterior, presenta una gran altura sin la construcción de bermas a la altura propuesta de 8 m como máximo.



Figura 5. Talud al lado derecho de la estación 13+397

Fuente: Informe LM-PIG-04-19, 2019

➤ Talud al lado derecho de la estación 17+360

En este talud se observa la formación de bloques por la intersección de las familias de discontinuidades J1 y J2. Adicionalmente, la pendiente del talud es similar al buzamiento del plano de discontinuidades J1, favoreciendo la inestabilidad del talud (ver Figura 6).



Figura 6. Talud al lado derecho de la estación 17+360

Fuente: Informe LM-PIG-04-19, 2019

➤ Talud al lado derecho de la estación 19+440

En este talud, la familia de discontinuidades J1 puede generar planos susceptibles al deslizamiento al ser cortada por la familia de discontinuidades J2. Además, se observa que el buzamiento de la familia de discontinuidades J1 es similar a la pendiente del talud, favoreciendo la inestabilidad de éste (ver Figura 7).



Figura 7. Talud al lado derecho de la estación 19+440

Fuente: Informe LM-PIG-04-19, 2019

Para los taludes de las estaciones 4+260, 17+360 y 19+460, el diseñador propuso inicialmente la colocación de un muro de gaviones, tomando prevenciones de la inestabilidad del talud; sin embargo, según Monge (2019), se considera importante revisar



si este tipo de muro es el pertinente para los mecanismos de falla que se podrían presentar si el talud falla según la mecánica de rocas.

Por otro lado, en la sección 9.3.3 *Cálculo de estabilidad de taludes* del informe, se establece que los taludes se modelan considerando 3 condiciones críticas: estática sin nivel freático, con nivel freático y pseudoestática. No obstante, según Monge (2018), se considera pertinente incluir el análisis pseudoestático con presencia de nivel freático entre los casos de carga evaluados, pues esta condición puede ser la más crítica y; dadas las condiciones de humedad de los taludes en la época lluviosa de la zona y debido a que Costa Rica es un país muy activo sísmicamente, se considera posible encontrarse esta condición.

Cabe mencionar que, durante las visitas realizadas al proyecto, se ha observado que algunos taludes ya han experimentado deslizamientos cuyos mecanismos de falla parecen obedecer a la mecánica de rocas (ver Figura 8).



Figura 8. Falla del talud al lado derecho de la estación 12+202
Fecha de la fotografía: 06/11/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019

Los resultados de la revisión de los estudios geotécnicos desarrollados para el proyecto se comunicaron a la Administración mediante el oficio LM-PI-012-2019, de fecha 19 de febrero de 2019.

Al respecto, la Unidad Ejecutora, en conjunto con la Supervisión, generaron la Orden de Servicio No. 8, la cual comprende la ejecución de estudios geotécnicos dados los problemas de estabilidad detectados. A la fecha, el contratista presentó un informe preliminar con las posibles soluciones geotécnicas para los problemas indicados. Según Monge (2020), las soluciones presentadas parecen adecuadas, sin embargo, se considera de suma importancia acatar las recomendaciones del profesional responsable de la evaluación de

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 28 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



los taludes, pues en ellas se indica que la solución propuesta obedece a un diseño preliminar y que, para el diseño final, se deben realizar los análisis detallados tomando en cuenta las características de cada talud.

10.2. SOBRE LA CALIDAD DEL CONCRETO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Para analizar la calidad del concreto utilizado en la construcción de las obras de drenaje (concreto estructural clase A 225 kg/cm²), se recopilaron y analizaron los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de verificación al concreto fresco y endurecido a lo largo del periodo comprendido entre los meses de abril de 2019 y setiembre de 2019 (periodo abarcado por los informes de Verificación a los que tuvo acceso esta Unidad de Auditoría Técnica a la hora de realizar este análisis).

Hallazgo No.1. Se evidenció una alta variabilidad en el asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto

El análisis de los resultados del asentamiento del concreto previo a su colocación demuestra que este parámetro ha tenido una variabilidad importante a lo largo de la ejecución del proyecto, obteniéndose valores tan bajos como 55 mm y tan altos como 270 mm (ver Figura 9).

Un asentamiento muy bajo dificulta la trabajabilidad del concreto y su consolidación, disminuyendo la calidad final del concreto, pues facilita la aparición de nidos de piedra. En contraparte, un asentamiento muy alto genera un concreto susceptible a la segregación, afectando de igual manera la calidad y resistencia del concreto.

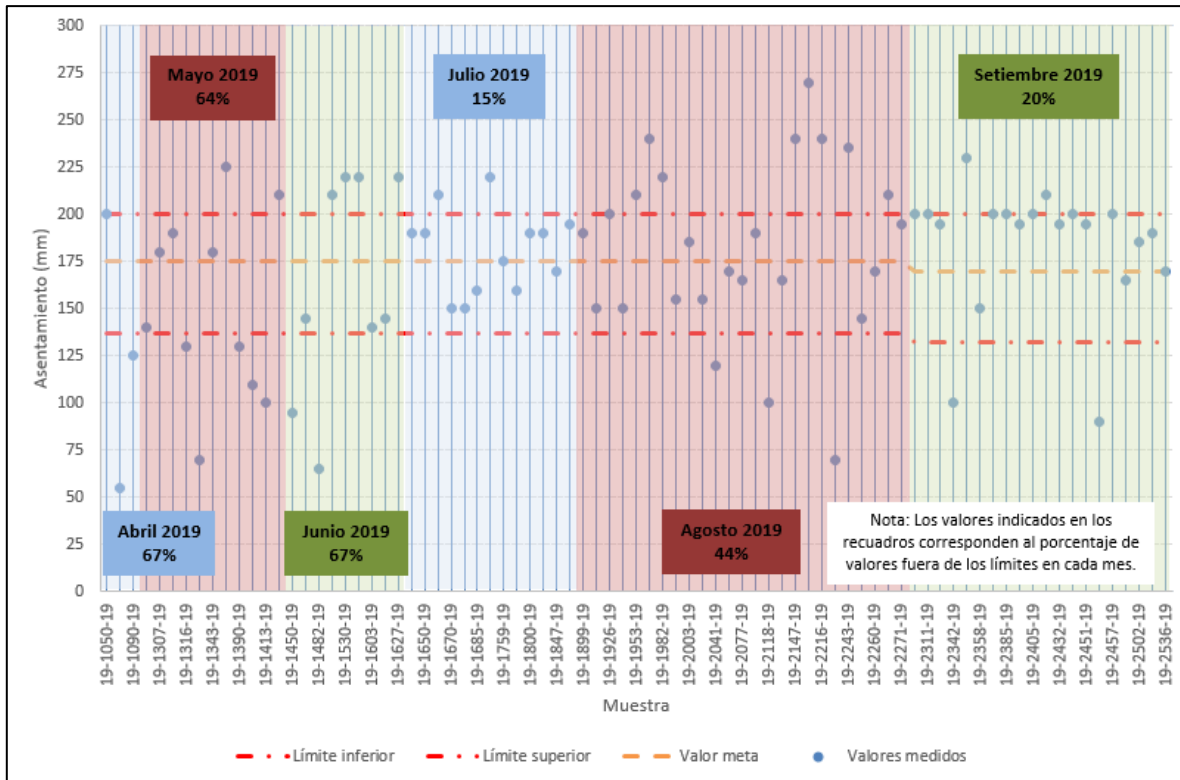


Figura 9. Asentamiento de las muestras de concreto medidas por el Organismo de Verificación Fuente: Unidad Ejecutora y LGC, 2019

Los límites mostrados en la Figura 9 se obtuvieron tomando como referencia el ACI 117-01 Especificaciones y tolerancias para materiales y construcciones de concreto, el cual sugiere que, cuando el asentamiento se establece como un valor único (175 mm para los diseños de mezcla 18-170-2019 y 40-068-2019 y 170 mm para el diseño de mezcla 40-208-2019) y el asentamiento especificado es mayor a 100 mm, la tolerancia permisible es de 38 mm. Por ello, el límite inferior de especificación se estableció en 137 mm (175 mm - 38 mm). Para el límite superior, como la suma (213 mm = 175 mm + 38 mm) del valor meta (175 mm) y la tolerancia (38 mm) supera el límite máximo permitido por el CR-2010 para diseños de mezcla con aditivo reductor de agua (200 mm), se estableció este último como límite superior de especificación.

Es de notar que, al comparar los resultados medidos por el laboratorio de verificación de calidad con los límites establecidos, el porcentaje de valores fuera del rango recomendado es alto, lo cual pudo haber afectado el acabado del concreto.

El LanammeUCR realizó 2 muestreos del concreto utilizado para la construcción de las obras de drenaje y los resultados de estos muestreos mostraron un comportamiento similar al obtenido por el laboratorio de verificación, donde los asentamientos medidos son inferiores a los 137 mm (130 mm y 90 mm).



Hallazgo No.2. La temperatura y resistencia del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto se han mantenido dentro de los límites establecidos

A pesar de que la temperatura de las muestras de concreto se ha mantenido cercana al límite superior establecido en el CR-2010 (32 °C), e incluso, para los meses de abril de 2019, julio de 2019 y agosto de 2019, algunas de las muestras de concreto tenían una temperatura superior a la recomendada para la colocación del concreto (ver Figura 10), la temperatura del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto ha tenido una tendencia a mantenerse dentro de los límites establecidos en el CR-2010.

Cabe recordar que la temperatura del concreto es uno de los factores más importantes que influyen la calidad, el tiempo de fragua y la resistencia del concreto. Un concreto con una temperatura inicial alta tendrá probablemente una resistencia temprana mayor que la normal, pero su resistencia final será menor que la normal. La calidad final del concreto probablemente también bajará, pues el concreto es más susceptible a la contracción térmica. Además, la temperatura del concreto también afecta el comportamiento de los aditivos químicos, por lo cual es importante controlar este parámetro para garantizar el correcto desempeño de los aditivos.

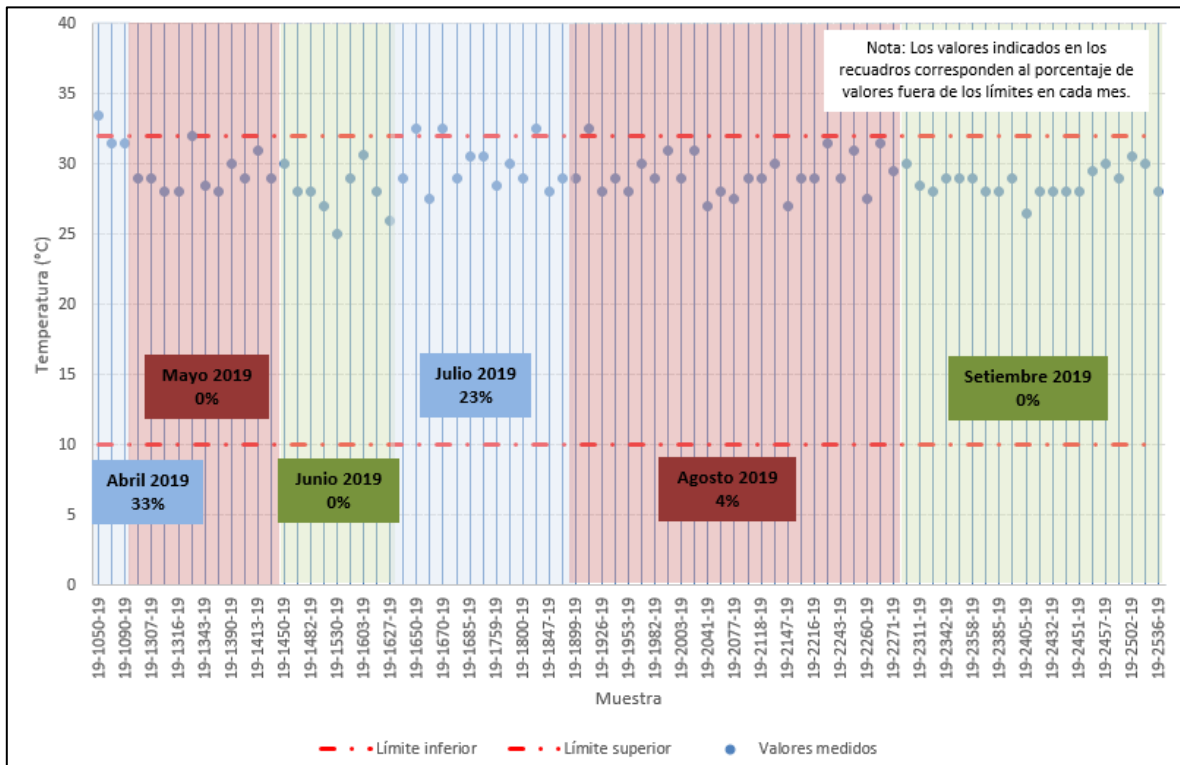


Figura 10. Temperatura de las muestras de concreto medidas por el Organismo de Verificación Fuente: Unidad Ejecutora y LGC, 2019



En cuanto a la resistencia del concreto, a pesar de que la sección 107.05 del Cartel de Licitación del proyecto establece que la evaluación estadística del trabajo y la determinación del factor de pago sólo aplica para la base estabilizada y para el pavimento de concreto asfáltico en caliente, se determinó que el concreto estructural clase A (225 kg/cm^2) utilizado en el proyecto tiene, estadísticamente, una resistencia a la compresión a los 28 días mayor a la mínima requerida contractualmente y su factor de pago por calidad es de 1,00 para todos los meses analizados (ver Anexos 1, 2, 3, 4 y 5).

Los resultados de los muestreos realizados por el LanammeUCR mostraron un comportamiento similar al obtenido por el laboratorio de verificación, donde la temperatura del concreto se encuentra cercana al límite superior y la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días es superior a la resistencia mínima requerida.

10.3. SOBRE EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y ACABADO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Hallazgo No.3. La condición y configuración actual de algunas contracunetas instaladas en el proyecto pueden provocar deterioros en las mismas y en las obras aledañas a éstas

Durante las visitas realizadas al proyecto, se ha evidenciado que algunas contracunetas se instalaron en el proyecto de forma parcial y entraron en operación sin que existiese una conexión efectiva entre el bajante de la contracuneta y la cuneta, lo que provocó que las aguas que transporta la contracuneta se concentren al final del tramo construido y erosionen el talud a la salida de éste (ver Figura 11, Figura 12 y Figura 13), lo que puede perjudicar la estabilidad del talud. Si bien la etapa constructiva de las contracunetas no ha finalizado, es necesario tomar las medidas necesarias para corregir la condición evidenciada y evitar posibles daños en los taludes y en las obras aledañas a éstos, así como posibles atrasos en la fecha de entrega por reparaciones que estos daños puedan requerir.



Figura 11. Erosión al final del tramo construido de la contracuneta instalada en la estación 11+850.

Fecha de la fotografía: 22/05/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 32 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Figura 12. Erosión al final del tramo construido de la contracuneta instalada en la estación 12+700.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019



Figura 13. Erosión al final del tramo construido de la contracuneta instalada en la estación 19+050.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019

Al respecto, la Unidad Ejecutora del proyecto, en el oficio 0108-2020 (de fecha 30 de enero de 2020), indicó que a la fecha no se ha recibido ninguna contracuneta por la condición señalada y que se está a la espera de una solución integral para el sistema de drenaje longitudinal, que comprenda tanto la contracuneta como los bajantes de las mismas a las cunetas.

Por otro lado, también se ha observado que en algunas contracunetas se ha producido erosión en el suelo que circunscribe la contracuneta, lo que puede generar el desacople de las piezas que conforman la contracuneta, afectando negativamente la durabilidad y eficiencia del sistema de drenaje y la correcta canalización de las aguas que escurren por el talud. En la Figura 14, se observa que la erosión lateral en la contracuneta instalada en la estación 19+050 es de hasta 23 cm de ancho y 20 cm de profundidad.



Figura 14. Erosión del suelo alrededor de la contracuneta instalada en el estacionamiento 19+050.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019

En las contracunetas instaladas en la estación 19+050, se observó que algunas piezas de la contracuneta y algunas de las uniones entre piezas se encontraban agrietadas. Además, en algunos casos no existía ninguna unión entre piezas (ver Figura 15). Estos deterioros permiten la filtración de agua y la erosión del suelo alrededor de la contracuneta, por ello es necesario la corrección de estos defectos antes de que el proyecto entre en operación de forma definitiva y sea recibido por la Administración.





Figura 15. Deterioros en las contracunetas instaladas en el estacionamiento 19+050.

Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019

En el oficio DM-2019-3105 (de fecha 16 de agosto de 2019), la Administración indica que la Supervisión ha emitido no conformidades rechazando los procedimientos constructivos y el acabado de estos elementos y que se han girado instrucciones para que el contratista proceda con la reparación de los defectos. No obstante, a la fecha de cierre de este informe, el equipo auditor no ha observado que se hayan realizado las reparaciones señaladas, lo cual puede ser motivo de seguimiento en futuros informes del proyecto.

También se observó que las contracunetas instaladas en la estación 19+050 acumularon sedimentos al punto de colmatar la contracuneta, por lo que no contribuyen a la correcta evacuación de aguas y, por el contrario, facilitaron la erosión del talud, tal y como se observa en la Figura 16.





Figura 16. Colmatación de las contracunetas instaladas en el estacionamiento 19+050.

Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019

Al respecto, la Administración indicó en el oficio DM-2019-3105 que se han girado instrucciones al contratista para proceder con la limpieza de las contracunetas de acuerdo con los planes de mantenimiento bisemanal, sin embargo, el equipo auditor no ha observado la ejecución de estas labores. Nuevamente, lo anterior puede ser objeto de seguimiento en futuros informes del proyecto.

Otro aspecto que llamó la atención del equipo auditor fue la pendiente con la que se construyeron las contracunetas. Algunas de las contracunetas se construyeron con una pendiente considerable (ver Figura 17, Figura 18 y Figura 19), lo que aumenta la velocidad del flujo de agua y la acción erosiva de éste. Además, no se observa ningún elemento para la disipación de energía, como sí se contemplaba en el diseño original establecido en el plano 7.1.4 *Detalle bajante a cuneta* del proyecto (ver Figura 20). Si bien, en el oficio MSD-LGC-2019-148 (de fecha 16 de mayo de 2019), se indica que, mediante la orden de modificación No. 2, se autorizó el cambio de las contracunetas establecidas en el plano 7.1.4 por cunetas de concreto tipo “media caña”, se recomienda revisar las velocidades permisibles en estos puntos y si es necesario implementar estructuras de disipación de energía para garantizar el correcto funcionamiento de las estructuras en este punto.



Figura 17. Contracuneta instalada en el estacionamiento 7+783 con pendiente considerable.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019



Figura 18. Contracunetas instaladas en el estacionamiento 8+465 con pendientes considerables.
Fecha de la fotografía: 22/05/2019. Fuente: LanammeUCR,2019



Figura 19. Contracuneta instalada en el estacionamiento 13+506 con pendiente considerable.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: LanammeUCR,2019

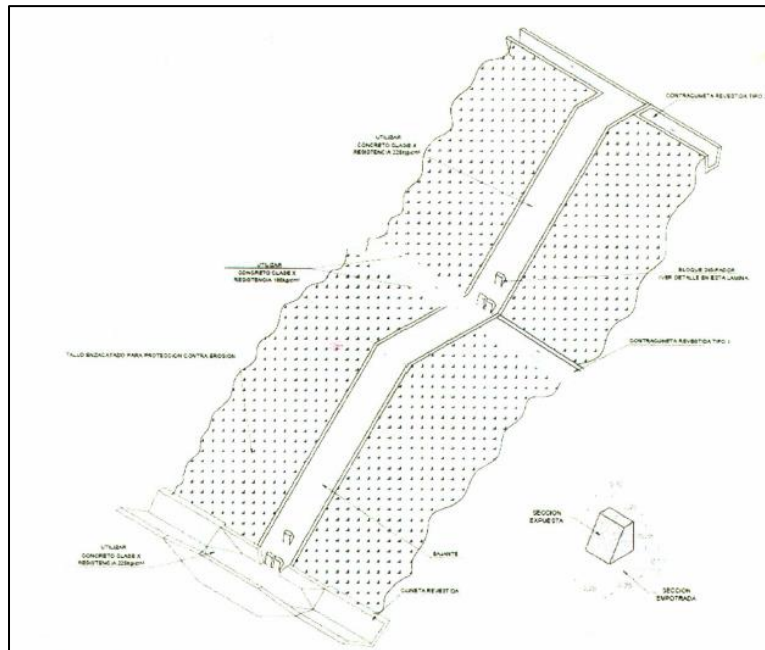


Figura 20. Vista isométrica del bajante de la contracuneta según el plano 7.1.4 del proyecto.

Fuente: CACISA, 2016

En el oficio DM-2019-3105 (de fecha 16 de agosto de 2019), la Administración indica que en los tramos finales de las contracunetas (tramos inconclusos) se estarían incorporando las estructuras disipadoras. No obstante, es importante señalar que actualmente las contracunetas están operando sin estructuras disipadoras, por lo que las aguas que conducen tienen un potencial erosivo muy alto que puede generar la erosión excesiva del talud y perjudicar su estabilidad, al punto de generar la falla del talud y daños en las estructuras aledañas a éste.

Hallazgo No.4. Se evidenciaron deterioros y malas prácticas constructivas en las obras de drenaje del proyecto

Durante las visitas realizadas al proyecto, se han identificado diversos deterioros en algunas obras de arte de las alcantarillas del proyecto (ver Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25 y Figura 26).

Si bien, la mayoría de estos deterioros son superficiales, los acabados de estas obras de arte no van acorde a la importancia del proyecto y evidencian oportunidades de mejora durante el proceso constructivo y de inspección. Estos deterioros deben ser valorados y reparados apropiadamente según el apartado 11. *Responsabilidad por Defectos* de la Sección VII. *Condiciones Generales (CG)* del Cartel de Licitación del proyecto.



Figura 21. Nidos de piedra en el delantal y diente de la alcantarilla instalada en el km 0+707.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 22. Desperfectos en el cabezal de la alcantarilla instalada en el km 3+902.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 23. Acero expuesto en la toma de aguas de la alcantarilla instalada en el km 5+258.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 24. Nidos de piedra en el aletón de la alcantarilla instalada en el km 5+258.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 25. Nidos de piedra en el delantal y diente de la alcantarilla instalada en el km 5+258.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 26. Nidos de piedra en el cabezal de la alcantarilla instalada en el km 8+613.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Cabe mencionar que, durante la gira realizada el día 6 de noviembre de 2019, se observó que se estaba realizando un proceso de reparación en las obras de arte del proyecto para subsanar los deterioros mencionados previamente. No obstante, es criterio del equipo auditor que los deterioros mostrados previamente obedecen a un vibrado ineficiente o a un asentamiento del concreto fresco inadecuado (como se evidenció en la sección 9.2 de este informe), por lo que se insta a la Administración a tomar las medidas necesarias para mejorar el proceso de vibrado del concreto y controlar el asentamiento del concreto previo a su colocación.

También se han observado deterioros en algunos de los sellos de unión internos entre los tubos de algunas alcantarillas (ver Figura 27, Figura 28 y Figura 29), esta condición puede facilitar la infiltración de agua entre los tubos de la alcantarilla y llevar a la socavación de la alcantarilla o al desacople de los tubos que la componen.



Figura 27. Agrietamientos en los sellos de unión internos de la alcantarilla instalada en el km 0+707.

Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 28. Agrietamientos en los sellos de unión internos de la alcantarilla instalada en el km 0+827.

Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 29. Desprendimiento del sello de unión interno en la alcantarilla instalada en el km 5+258.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019

Los deterioros observados en los sellos de unión internos se pueden deber a un mal proporcionamiento del mortero utilizado para crear el sello de unión, un proceso de cura inadecuado o que el relleno sobre la corona de la alcantarilla era insuficiente, generando tensiones indeseables en la alcantarilla y con ello el agrietamiento de los sellos de unión.

Por otro lado, en el puente sobre el Río Gigante, también se observaron algunos deterioros y desperfectos (ver Figura 30, Figura 31 y Figura 32), especialmente en el bastión N°2 del puente.



Figura 30. Nidos de piedra en la columna izquierda del bastión 2 del puente sobre el Río Gigante.
Fecha de la fotografía: 18/09/2019. Fuente: LanammeUCR, 2019



Figura 31. Nidos de piedra en la columna izquierda del bastión 2 del puente sobre el Río Gigante.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: Lanamme, 2019



Figura 32. Desperfecto en la columna izquierda del bastión N° 2 del puente sobre el Río Gigante.
Fecha de la fotografía: 27/06/2019. Fuente: Lanamme, 2019

Cabe mencionar que algunos de los deterioros que fueron observados en el bastión N°2 del puente quedaron ocultos con la construcción de la escollera del puente, no obstante, el equipo auditor no pudo constatar que se realizara un proceso de reparación de éstos previo a la construcción de la escollera. Los deterioros observados pueden afectar la durabilidad de la estructura, si permiten la corrosión del acero de refuerzo.

En el oficio 0108-2020, la Unidad Ejecutora del proyecto indica que se cuenta con informes de los inspectores de campo donde se señalan los deterioros señalados en este hallazgo y que la Supervisión ha girado instrucciones al Contratista para que se corrijan los defectos detectados. Estas correcciones pueden ser motivo de seguimiento en otro informe de esta auditoría al proyecto.

Durante la visita realizada el día 16 de diciembre de 2019 al proyecto, se observó que se colocó concreto en horas de la mañana (10:30 a.m. – 12:00 m.d.) en la losa de aproximación del lado de Paquera del puente sobre el río Gigante, cuando la temperatura ambiente era



desfavorable para la tasa de evaporación del concreto (ver Figura 33). Lo anterior, puede generar la contracción plástica del concreto y producir agrietamientos en el concreto, por lo que se insta a la Administración a tomar las medidas necesarias para evitar la colocación de concreto en condiciones desfavorables para su durabilidad y acabado final (temperatura del aire alta, temperatura del concreto alta, velocidad del viento alta, humedad relativa baja) y a monitorear la tasa de evaporación del concreto mediante la Figura 501-1 del CR-2010.



Figura 33. Colado de la losa de aproximación del lado de Paquera del puente sobre el Río Gigante.
Fecha de la fotografía: 16/12/2019. Fuente: Lanamme, 2019

Hallazgo No. 5. Se evidenció que la longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que las aguas descargadas por éstos no entren en contacto con los elementos de la superestructura

La longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es menor a la establecida en planos. Según el plano 8.1.6 *Superestructura 20 m Puente sobre Río Gigante* del proyecto, los tubos de los drenajes del puente se deben extender por lo menos 30 cm por debajo de la cota inferior de las vigas del puente (ver Figura 34), sin embargo, como se observa en la Figura 35, la longitud de los tubos instalados en el puente sobre el río Gigante es aproximadamente igual a la altura de las vigas del puente; es decir, 30 cm más corta de la establecida en planos.

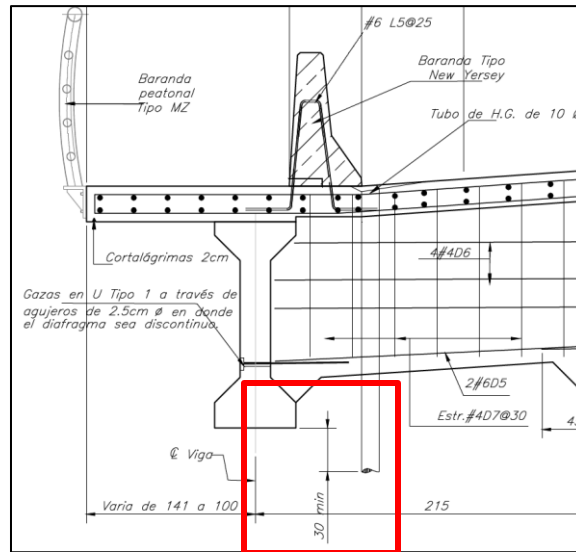


Figura 34. Sección del plano 8.1.6 del proyecto.

Fuente: CACISA, 2016



Figura 35. Tubos de los drenajes del puente sobre el Río Gigante.

Fecha de la fotografía: 16/12/2019. Fuente: Lanamme, 2019

La sección 2.6.6.4 de la Especificación para Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 indica que los drenajes del puente deben diseñarse y localizarse de manera tal que el agua sea descargada sin entrar en contacto con los elementos de la superestructura y subestructura del puente. Lo anterior no se puede garantizar para el puente sobre el río Gigante, ya que la longitud de los tubos de los drenajes instalados no se extiende más allá de la cota inferior de las vigas, por lo que el agua descargada puede entrar en contacto con las vigas del puente por acción del viento y afectar la durabilidad de estos elementos.

En el oficio 0108-2020, la Unidad Ejecutora del proyecto indica que, por motivos de seguridad ocupacional y producto del proceso constructivo, la longitud de los tubos de drenaje se acortó temporalmente, ya que en la zona se tenían plataformas temporales para el paso de los trabajadores y además existían áreas con formaleta que dificultaban la

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 45 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



colocación de los tubos en toda su extensión. No obstante, también indicó que se giró la instrucción de que se utilicen uniones para extender la longitud de los tubos de drenaje y alcanzar lo establecido en las especificaciones de los planos de diseño. Estos trabajos pueden ser motivo de seguimiento en otro informe de esta auditoría al proyecto.

10.4. SOBRE EL MANEJO TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

Hallazgo No. 6. Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito durante la construcción de la obra no cumple su función de guiar y resguardar efectivamente al usuario debido a la falta de mantenimiento, su ubicación y el uso de materiales no autorizados

A lo largo del proyecto se ha observado el uso de mallas reticuladas color naranja para la canalización temporal del tránsito, sin embargo, las mallas utilizadas carecen de retroreflectividad, por lo que su función no se cumple en horas de la noche. Además, se ha observado que algunas de las mallas tienen exceso de polvo, limitando su visibilidad, y algunas de ellas presentan deterioros (ver Figura 36 y Figura 37).



Figura 36. Malla con exceso de polvo.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019



Figura 37. Malla deteriorada y con exceso de polvo.
Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019

Cabe mencionar que el uso de estas mallas ayuda con la canalización de los usuarios, pero no es un dispositivo de contención vehicular, por lo que su uso debe ir acompañado de barreras o elementos que contribuyan a la contención de los vehículos ante una eventual salida de la vía de los usuarios.

Por su parte, las señales y dispositivos utilizados para el manejo temporal de tránsito también se encuentran deteriorados (ver Figura 38, Figura 39 y Figura 40) y requieren de un mantenimiento de acuerdo con apartado 1.2 *Notas generales* de la Sección VI *Requisitos de las obras* del Cartel de Licitación del proyecto, la cual menciona:

[...] e) Es responsabilidad del Contratista el suministro, instalación y mantenimiento de todos los elementos de visualización definidos en el Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías incorporado al cartel, el suministro de estos elementos de visualización se debe considerar en los rubros CR 156.01 y CR 156.02, no reconociéndose ningún monto adicional a estos. (Lo resaltado no es del texto original)



Figura 38. Conos deteriorados, sin material retroreflectivo y con exceso de polvo.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019



Figura 39. Barrera sueltas, en mal estado y sin retroreflectivo.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019



Figura 40. Señal en mal estado.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019

También se ha observado el uso de señales con láminas de color amarillo como señalamiento de control de obra (ver Figura 41), el cual no corresponde al color oficial para las señales de uso temporal, tal y como lo establece la sección 2.1.12 *Colores* del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.



Figura 41. Señales con láminas de color amarillo como señalamiento de control de obra.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019

En el oficio 0108-2020, la Supervisión del proyecto indica que se están llevando a cabo labores de limpieza y mantenimiento de la señalización y que se ha efectuado la compra de 80 rollos de malla reticulada y de 105 conos de 70 cm. Estas labores de mantenimiento y limpieza de la señalización pueden ser motivo de seguimiento en otro informe de esta auditoría al proyecto.

Por otro lado, se identificaron zonas sin la debida señalización para la correcta canalización del tránsito y evitar accidentes. Un ejemplo de esto se da en el estacionamiento 16+948, donde el cabezal de la alcantarilla instalada en este estacionamiento representa un obstáculo para los usuarios, pero no se observa señalización que oriente al conductor tanto en horario diurno como en horas de la noche (ver Figura 42).



Figura 42. Cabezal de alcantarilla sin protección ni señalamiento preventivo.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019

Otro ejemplo se da en la estación 17+900, donde existe un desnivel de hasta 3 m (ver Figura 43), sin embargo, no hay una adecuada señalización que alerte al conductor de esta situación o que contenga el vehículo en caso de que éste pierda el control.

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 49 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Figura 43. Desnivel mayor a 3 m sin señalamiento ni protección para los usuarios.

Fecha de la fotografía: 18/11/2019. Fuente: Lanamme, 2019

Llama la atención que, según lo establecido en el plano 11.1.16 *Planta de señalización (Est. 17+500 – 18+900)* del proyecto, no se tiene contemplado la instalación de un sistema de contención vehicular para el tramo comprendido entre los estacionamientos 17+800 y 18+000, pese al desnivel evidenciado (ver Figura 44). Además, como se puede observar en el plano 11.1.16 del proyecto, el tramo es una sección plana y rectilínea, por lo que se podrían desarrollar altas velocidades, lo que aumenta el riesgo de que el conductor pierda el control de su vehículo y se salga de la carretera.

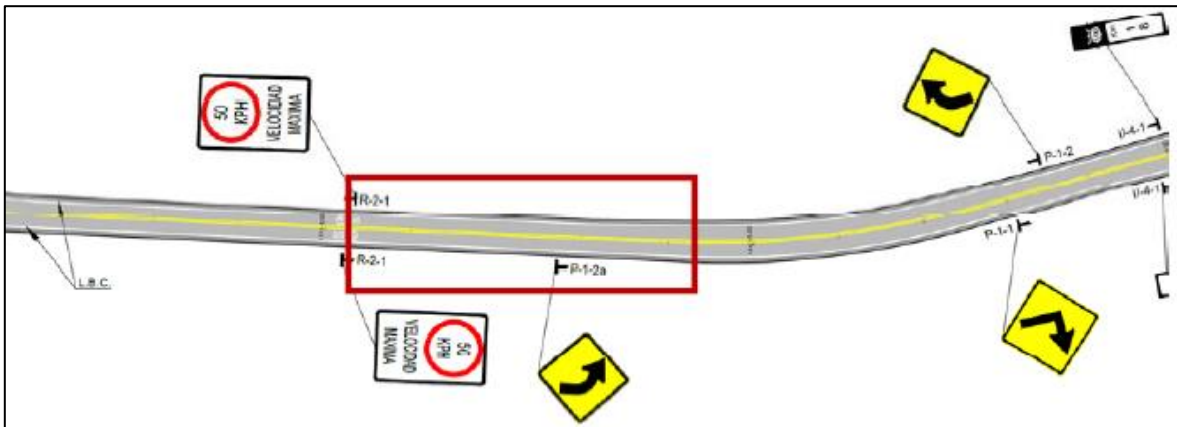


Figura 44. Sección del plano 11.1.16 comprendida entre los estacionamientos 17+800 y 18+000.

Fuente: CACISA, 2016



11. CONCLUSIONES

A partir de los resultados evidenciados durante la ejecución de la auditoría, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

Sobre los estudios preliminares del proyecto

- Se encontraron algunas inconsistencias en el procedimiento seguido para la determinación del TPD del proyecto que hacen pensar que éste fue sobre-estimado, llevando al sobre-diseño de la estructura de pavimento y a la Administración a incurrir en mayores gastos que los requeridos para satisfacer la demanda de tránsito estimada de manera más precisa.
- Los estudios hidrológicos e hidráulicos realizados no están en concordancia con la importancia de la vía. Por el impacto que esta obra tiene sobre el desarrollo económico y social de la zona, se debió hacer un estudio hidrológico completo de todas las cuencas por las que atraviesa la carretera y no sólo una aproximación utilizando fórmulas empíricas o fórmulas cuyo rango de aplicación no se ajusta a las características de las áreas de drenaje estudiadas.
- Los valores de caudal máximo instantáneo determinados sólo se pueden considerar aproximaciones con un alto nivel de incertidumbre, ya que se estimaron sin tener en consideración la distribución espacial y temporal de la precipitación sobre el área de drenaje, las condiciones de uso de la tierra ni la respuesta hidrológica de la cuenca.
- Es posible que algunos de los taludes que se están conformando a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos.

Sobre la calidad del concreto utilizado en la construcción de las obras de drenaje

- Se evidenció una alta variabilidad en el asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto, lo cual pudo haber afectado la calidad del concreto.
- La temperatura de las muestras de concreto analizadas tiene una tendencia a mantenerse dentro de los límites establecidos en el CR-2010.
- La resistencia de las muestras de concreto analizadas se encuentra por encima de la resistencia a la compresión mínima requerida a los 28 días (225 kg/cm²).

Sobre el proceso constructivo y la calidad de las obras de drenaje

- Algunas contracunetas se instalaron de forma parcial en el proyecto, lo que generó la erosión del talud al final del tramo de contracunetas construido y el detrimento de la estabilidad del talud.
- Los bajantes de las contracunetas tienen una pendiente muy importante sin la presencia de disipadores de energía que permitan reducir la velocidad y el potencial erosivo de las aguas que éstas transportan.

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 51 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



- Se observaron deterioros en los elementos que componen las obras de drenaje del proyecto (columnas de los bastiones, contracunetas, alcantarillas, toma de aguas, cabezales, delantal y diente).
- Se evidenció la colocación de concreto en condiciones ambientales desfavorables para la tasa de evaporación del concreto, lo que puede facilitar la aparición de grietas por contracción plástica del concreto.
- La longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que el agua descargada por éstos no entre en contacto con los elementos de la superestructura del puente, lo cual puede afectar la durabilidad de estos elementos.

Sobre el manejo temporal del tránsito y la seguridad vial del proyecto

- Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito requieren mantenimiento.
- Se evidenció el uso de materiales no autorizados para el señalamiento de control de obra.
- Se identificaron zonas sin la debida señalización para la correcta canalización del tránsito.

12. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan las recomendaciones del informe para que sean consideradas por la Administración, con el propósito de que puedan definirse e implementarse acciones integrales a futuros proyectos de infraestructura vial.

Al Programa de Infraestructura del Transporte:

- Recomendar al Ministro Rector del Sector Transporte y a la Secretaria de Planificación Sectorial del MOPT, la creación e implementación de lineamientos para verificar el contenido y la calidad de los estudios preliminares de los proyectos.

A la Unidad Ejecutora del proyecto:

- Realizar un análisis estereográfico para determinar si las familias de discontinuidades de los taludes de roca pueden generar planos o bloques que sean susceptibles a deslizarse a lo largo del talud y de esta manera prevenir situaciones de inestabilidad durante la fase operativa del proyecto que obliguen a la Administración a incurrir en gastos adicionales por mantenimiento y reparación de la vía.
- Revisar la capacidad y pertinencia de los muros de contención propuestos para contener una eventual inestabilidad de los taludes de roca.
- Establecer mecanismos para reducir la variabilidad del asentamiento del concreto y garantizar que este parámetro se encuentra dentro de un rango aceptable, de manera que no se afecte la trabajabilidad del concreto ni su acabado.



- Revisar las velocidades de las aguas que son canalizadas por las contracunetas del proyecto y analizar la necesidad de instalar disipadores de energía para reducir el potencial erosivo de estas aguas.
- Realizar un monitoreo del estado de las contracunetas y las obras de arte del proyecto, de forma tal que la Administración se asegure que los deterioros sean reparados y que su durabilidad estará acorde con la inversión realizada, evitando el aumento en los costos de mantenimiento por reparaciones prematuras por situaciones no atendidas durante la fase constructiva.
- Brindar un mantenimiento periódico a las obras de drenaje instaladas en el proyecto (contracunetas y alcantarillas) durante la etapa constructiva de éste, de manera que no se afecte su funcionamiento durante la ejecución de la obra ni se generen daños en ellas.
- Monitorear la tasa de evaporación del concreto mediante la Figura 501-1 del CR-2010.
- Exigir al contratista la instalación de los tubos de drenaje del puente sobre el río Gigante de acuerdo con lo establecido en planos y en AASHTO LRFD 2012.
- Exigir el mantenimiento periódico a las señales y dispositivos para el control temporal de tránsito, de acuerdo con la sección 1.2 de la Sección VI del Cartel de Licitación del proyecto.

13. REFERENCIAS

- AASHTO. (2012). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. Washington: Customary U.S. Units.
- ACI. (2001). *ACI 117-01 Especificaciones y tolerancias para materiales y construcciones de concreto*. Ciudad de México: IMCYC.
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, G. (2007). *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición*. Alfaomega.
- Decreto Ejecutivo N° 38799-MOPT *Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías*. (2015). San José, Costa Rica: La Gaceta N° 121.
- Magaña, J. (2014). *Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica. Trabajo Final de Graduación*. Universidad de Costa Rica.
- Monge, A. (2018). *LM-IG-07-18 Revisión del estudio de suelos para el proyecto Playa Naranja - Paquera*. Programa de Ingeniería Geotécnica.
- Monge, A. (2019). *LM-IG-04-19 Informe de visita al proyecto Playa Naranja - Paquera*. Programa de Ingeniería Geotécnica.
- Monge, A. (2020). *LM-IG-01-2020 Revisión del documento "Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160"*. Programa de Ingeniería Geotécnica.
- MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*.
- MOPT. (2013). *Anuario de información de tránsito 2013*.
- MOPT. (2016). *Anuario de información de tránsito 2015*.
- MOPT. (2017). *Anuario de información de tránsito 2017*.



- National Cooperative Highway Research Program. (1993). *NCHRP Report 350 Recommended procedures for the safety performance evaluation of highway features*. Washington: Transportation Research Board National Research Council.
- Oreamuno, R., & Bonilla, R. (2019). *CIEDES-003-2019 Observaciones y comentarios a los estudios hidrológicos del proyecto: "Mejoramiento de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera"*. CIEDES UCR.
- SIECA. (2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Guatemala.
- SIECA. (2016). *Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica*. El Salvador: Primera Edición.
- UNE. (2011). *UNE-EN 1317-3:2011 Sistemas de contención para carreteras. Parte 3: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para el ensayo de impacto y métodos de ensayo para atenuadores de impactos*. La Asociación Española de Normalización.

EQUIPO AUDITOR		
<p>Preparado por: Ing. Mauricio Picado Muñoz Auditor Técnico</p>	<p>Revisado por: Ing. Erick Acosta Hernández Auditor Técnico</p>	<p>Visto Bueno de Legalidad: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR</p>
<p>Revisado y aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica</p>	<p>Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director General LanammeUCR</p>	



14. ANEXOS

Anexo 1. Evaluación estadística y determinación del factor de pago para el concreto estructural clase A (225 kg/cm²) en los meses de abril y mayo de 2019

Información General				Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio ¹ (kg/cm ²)
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo		
Límite Inferior				225	225
Límite Superior				-	-
19-0020-2019	19-1050-	Placa de fundación aletones, cabezal de salida 0+710	11/04/2019	268	262
19-0020-2019	19-1051-	Placa de fundación aletones, cabezal de salida 0+710	11/04/2019	255	
19-0020-2019	19-1052-	Placa de fundación aletones, cabezal de salida 0+710	11/04/2019	262	
19-0020-2019	19-1074-	Placa de fundación aletones, cabezal de salida 0+820	12/04/2019	281	272
19-0020-2019	19-1075-	Placa de fundación aletones, cabezal de salida 0+820	12/04/2019	269	
19-0020-2019	19-1076-	Placa de fundación aletones, cabezal de salida 0+820	12/04/2019	267	
19-0020-2019	19-1090-	Placa de fundación aletones, cabezal de entrada	13/04/2019	232	228
19-0020-2019	19-1091-	Placa de fundación aletones, cabezal de entrada	13/04/2019	225	
19-0020-2019	19-1092-	Placa de fundación aletones, cabezal de entrada	13/04/2019	226	
19-0022-2019	19-1258-	Cabezal de salida, estación 0+710 LI	02/05/2019	275	291
19-0022-2019	19-1259-	Cabezal de salida, estación 0+710 LI	02/05/2019	278	
19-0022-2019	19-1260-	Cabezal de salida, estación 0+710 LI	02/05/2019	321	
19-0022-2019	19-1307-	Cabezal de salida, estación 0+820 LI	09/05/2019	237	238
19-0022-2019	19-1308-	Cabezal de salida, estación 0+820 LI	09/05/2019	244	
19-0022-2019	19-1309-	Cabezal de salida, estación 0+820 LI	09/05/2019	234	
19-0022-2019	19-1312-	Placa de fundación LI, Bastión #1, Puente Gigante	09/05/2019	237	243
19-0022-2019	19-1313-	Placa de fundación LI, Bastión #1, Puente Gigante	09/05/2019	243	
19-0022-2019	19-1314-	Placa de fundación LI, Bastión #1, Puente Gigante	09/05/2019	249	
19-0022-2019	19-1316-	Placa de fundación LI, Bastión #1, Puente Gigante	09/05/2019	341	340
19-0022-2019	19-1317-	Placa de fundación LI, Bastión #1, Puente Gigante	09/05/2019	347	
19-0022-2019	19-1318-	Placa de fundación LI, Bastión #1, Puente Gigante	09/05/2019	331	
19-0022-2019	19-1339-	Placa de fundación LD, Bastión #2, Puente Gigante	11/05/2019	287	305
19-0022-2019	19-1340-	Placa de fundación LD, Bastión #2, Puente Gigante	11/05/2019	317	
19-0022-2019	19-1341-	Placa de fundación LD, Bastión #2, Puente Gigante	11/05/2019	312	
19-0022-2019	19-1343-	Placa de fundación LD, Bastión #2, Puente Gigante	11/05/2019	292	284
19-0022-2019	19-1344-	Placa de fundación LD, Bastión #2, Puente Gigante	11/05/2019	273	
19-0022-2019	19-1345-	Placa de fundación LD, Bastión #2, Puente Gigante	11/05/2019	286	
19-0022-2019	19-1386-	Placa de fundación LI, Bastión #2, Puente Gigante	14/05/2019	252	263
19-0022-2019	19-1387-	Placa de fundación LI, Bastión #2, Puente Gigante	14/05/2019	275	
19-0022-2019	19-1388-	Placa de fundación LI, Bastión #2, Puente Gigante	14/05/2019	262	
19-0022-2019	19-1390-	Placa de fundación LI, Bastión #2, Puente Gigante	14/05/2019	277	296
19-0022-2019	19-1391-	Placa de fundación LI, Bastión #2, Puente Gigante	14/05/2019	322	
19-0022-2019	19-1392-	Placa de fundación LI, Bastión #2, Puente Gigante	14/05/2019	290	
19-0022-2019	19-1408-	Cabezal de entrada estación 0+593 LD	14/05/2019	261	259
19-0022-2019	19-1409-	Cabezal de entrada estación 0+593 LD	14/05/2019	256	
19-0022-2019	19-1410-	Cabezal de entrada estación 0+593 LD	14/05/2019	260	
19-0022-2019	19-1413-	Placa bastión #1 LD, Puente Gigante	15/05/2019	264	250
19-0022-2019	19-1414-	Placa bastión #1 LD, Puente Gigante	15/05/2019	249	
19-0022-2019	19-1415-	Placa bastión #1 LD, Puente Gigante	15/05/2019	237	
19-0022-2019	19-1421-	Delantal de salida km 0+830 LI	16/05/2019	265	274
19-0022-2019	19-1422-	Delantal de salida km 0+830 LI	16/05/2019	281	
19-0022-2019	19-1423-	Delantal de salida km 0+830 LI	16/05/2019	276	
Promedio (x̄)				271,8	271,8

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 55 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Desviación estándar (S)	30,9	29,8
Categoría ²	I	I
Número total de valores (n)	42	14
Límite superior de especificación (LSE)	-	-
Límite inferior de especificación (LIE)	225	225
Índice de calidad superior (Qs)	-	-
Índice de calidad inferior (QI)	1,52	1,57
Porcentaje estimado de obra fuera de LSE ³ (Ps)	0%	0%
Porcentaje estimado de obra fuera de LIE ³ (Pi)	6%	6%
Porcentaje total defectuoso (Ps+Pi)	6%	6%
Factor de pago por calidad ⁴ (FPQ)	1,00	1,00

¹ Promedio de las muestras ensayadas a 28 días.

² Según la actualización del Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010 (oficializado el 9 de mayo de 2017).

³ Según Tabla B - Porcentaje estimado fuera de los límites de especificación (Ps y/o Pi) del Cartel de Licitación del proyecto.

⁴ Según Tabla C - Factor de pago del Cartel de Licitación del proyecto.

Anexo 2. Evaluación estadística y determinación del factor de pago para el concreto estructural clase A (225 kg/cm²) en el mes de junio de 2019

Información General				Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio ¹ (kg/cm ²)
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo		
Límite Inferior				225	225
Límite Superior				-	-
19-0022-2019	19-1450-19	Zapatas km 0+707 LI	04/06/2019	411	418
19-0022-2019	19-1451-19	Zapatas km 0+707 LI	04/06/2019	422	
19-0022-2019	19-1452-19	Zapatas km 0+707 LI	04/06/2019	422	
19-0022-2019	19-1468-19	Columnas Bastión #1, Puente Gigante	06/06/2019	381	390
19-0022-2019	19-1469-19	Columnas Bastión #1, Puente Gigante	06/06/2019	397	
19-0022-2019	19-1470-19	Columnas Bastión #1, Puente Gigante	06/06/2019	392	
19-0022-2019	19-1482-19	Delantal de entrada, cabezal del 0+827 LD	08/06/2019	238	248
19-0022-2019	19-1483-19	Delantal de entrada, cabezal del 0+827 LD	08/06/2019	257	
19-0022-2019	19-1484-19	Delantal de entrada, cabezal del 0+827 LD	08/06/2019	250	
19-0022-2019	19-1490-19	Zapata de cabezal de entrada 1+644 LD	10/06/2019	297	276
19-0022-2019	19-1491-19	Zapata de cabezal de entrada 1+644 LD	10/06/2019	257	
19-0022-2019	19-1492-19	Zapata de cabezal de entrada 1+644 LD	10/06/2019	273	
19-0023-2019	19-1530-19	Aletones, cabezal de entrada 0+710 LD	13/06/2019	259	278
19-0023-2019	19-1531-19	Aletones, cabezal de entrada 0+710 LD	13/06/2019	294	
19-0023-2019	19-1532-19	Aletones, cabezal de entrada 0+710 LD	13/06/2019	281	
19-0023-2019	19-1560-19	Zapata de cabezal de salida 4+670 LD	19/06/2019	235	236
19-0023-2019	19-1561-19	Zapata de cabezal de salida 4+670 LD	19/06/2019	241	
19-0023-2019	19-1562-19	Zapata de cabezal de salida 4+670 LD	19/06/2019	231	
19-0023-2019	19-1603-19	Delantal de cabezal de salida 1+600 LI	25/06/2019	270	268
19-0023-2019	19-1604-19	Delantal de cabezal de salida 1+600 LI	25/06/2019	265	
19-0023-2019	19-1605-19	Delantal de cabezal de salida 1+600 LI	25/06/2019	270	
19-0023-2019	19-1608-19	Cabezal de salida 5+200 LI	26/06/2019	237	240
19-0023-2019	19-1609-19	Cabezal de salida 5+200 LI	26/06/2019	241	
19-0023-2019	19-1610-19	Cabezal de salida 5+200 LI	26/06/2019	242	
19-0023-2019	19-1627-19	Aletones, cabezal de entrada 1+644 LD	27/06/2019	307	306
19-0023-2019	19-1628-19	Aletones, cabezal de entrada 1+644 LD	27/06/2019	300	
19-0023-2019	19-1629-19	Aletones, cabezal de entrada 1+644 LD	27/06/2019	311	
Promedio (\bar{x})				295,6	295,6

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 56 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Desviación estándar (S)	63,6	65,6
Categoría ²	I	I
Número total de valores (n)	27	9
Límite superior de especificación (LSE)	-	-
Límite inferior de especificación (LIE)	225	225
Índice de calidad superior (Qs)	-	-
Índice de calidad inferior (QI)	1,11	1,08
Porcentaje estimado de obra fuera de LSE ³ (Ps)	0%	0%
Porcentaje estimado de obra fuera de LIE ³ (Pi)	13%	14%
Porcentaje total defectuoso (Ps+Pi)	13%	14%
Factor de pago por calidad ⁴ (FPQ)	0,99	1,00

Anexo 3. Evaluación estadística y determinación del factor de pago para el concreto estructural clase A (225 kg/cm²) en el mes de julio de 2019

Información General				Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio ¹ (kg/cm ²)
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo		
Límite Inferior				225	225
Límite Superior				-	-
19-0023-2019	19-1646-19	Delantal y caja de registro 4+800 LD y LI	04/07/2019	263	266
19-0023-2019	19-1647-19	Delantal y caja de registro 4+800 LD y LI	04/07/2019	270	
19-0023-2019	19-1648-19	Delantal y caja de registro 4+800 LD y LI	04/07/2019	265	
19-0023-2019	19-1650-19	Zapatillas, cabezal de entrada 17+429 LD	05/07/2019	315	311
19-0023-2019	19-1651-19	Zapatillas, cabezal de entrada 17+429 LD	05/07/2019	308	
19-0023-2019	19-1652-19	Zapatillas, cabezal de entrada 17+429 LD	05/07/2019	309	
19-0023-2019	19-1666-19	Aletones de cabezal de salida 17+429 LI	08/07/2019	362	361
19-0023-2019	19-1667-19	Aletones de cabezal de salida 17+429 LI	08/07/2019	363	
19-0023-2019	19-1668-19	Aletones de cabezal de salida 17+429 LI	08/07/2019	359	
19-0023-2019	19-1670-19	Zapatillas de cabezal de salida 5+070 LD	09/07/2019	395	387
19-0023-2019	19-1671-19	Zapatillas de cabezal de salida 5+070 LD	09/07/2019	385	
19-0023-2019	19-1672-19	Zapatillas de cabezal de salida 5+070 LD	09/07/2019	382	
19-0023-2019	19-1674-19	Delantal de entrada, cabezal del 1+600	09/07/2019	294	280
19-0023-2019	19-1675-19	Delantal de entrada, cabezal del 1+600	09/07/2019	263	
19-0023-2019	19-1676-19	Delantal de entrada, cabezal del 1+600	09/07/2019	284	
19-0023-2019	19-1685-19	Aletones y parapeto cabezal entrada 17+429 LD	10/07/2019	289	287
19-0023-2019	19-1686-19	Aletones y parapeto cabezal entrada 17+429 LD	10/07/2019	286	
19-0023-2019	19-1687-19	Aletones y parapeto cabezal entrada 17+429 LD	10/07/2019	285	
19-0025-2019	19-1720-19	Aletones salida 5+420 LD	16/07/2019	415	419
19-0025-2019	19-1721-19	Aletones salida 5+420 LD	16/07/2019	422	
19-0025-2019	19-1722-19	Aletones salida 5+420 LD	16/07/2019	419	
19-0025-2019	19-1759-19	Zapatillas de cabezal de entrada 6+934 LI	19/07/2019	351	344
19-0025-2019	19-1760-19	Zapatillas de cabezal de entrada 6+934 LI	19/07/2019	340	
19-0025-2019	19-1761-19	Zapatillas de cabezal de entrada 6+934 LI	19/07/2019	340	
19-0025-2019	19-1784-19	Zapata cabezal de salida 16+661 LI	20/07/2019	299	289
19-0025-2019	19-1785-19	Zapata cabezal de salida 16+661 LI	20/07/2019	289	
19-0025-2019	19-1786-19	Zapata cabezal de salida 16+661 LI	20/07/2019	279	
19-0025-2019	19-1800-19	Zapatillas cabezal de salida 1+027 LI	21/07/2019	294	298
19-0025-2019	19-1801-19	Zapatillas cabezal de salida 1+027 LI	21/07/2019	287	
19-0025-2019	19-1802-19	Zapatillas cabezal de salida 1+027 LI	21/07/2019	312	
19-0025-2019	19-1812-19	Aletones cabezal de salida 5+223 LD	23/07/2019	283	274
19-0025-2019	19-1813-19	Aletones cabezal de salida 5+223 LD	23/07/2019	265	
19-0025-2019	19-1814-19	Aletones cabezal de salida 5+223 LD	23/07/2019	274	



19-0025-2019	19-1847-19	Zapatas cabezal de salida 11+980 LI	25/07/2019	322	332
19-0025-2019	19-1848-19	Zapatas cabezal de salida 11+980 LI	25/07/2019	331	
19-0025-2019	19-1849-19	Zapatas cabezal de salida 11+980 LI	25/07/2019	344	
19-0025-2019	19-1862-19	Aletones cabezal de entrada 6+930 LI	30/07/2019	338	337
19-0025-2019	19-1863-19	Aletones cabezal de entrada 6+930 LI	30/07/2019	336	
19-0025-2019	19-1864-19	Aletones cabezal de entrada 6+930 LI	30/07/2019	336	
Promedio (\bar{X})				321,9	321,9
Desviación estándar (S)				46,0	46,7
Categoría²				I	I
Número total de valores (n)				39	13
Límite superior de especificación (LSE)				-	-
Límite inferior de especificación (LIE)				225	225
Índice de calidad superior (Qs)				-	-
Índice de calidad inferior (QI)				2,11	2,07
Porcentaje estimado de obra fuera de LSE³ (Ps)				0%	0%
Porcentaje estimado de obra fuera de LIE³ (Pi)				2%	1%
Porcentaje total defectuoso (Ps+Pi)				2%	1%
Factor de pago por calidad⁴ (FPQ)				1,00	1,00

Anexo 4. Evaluación estadística y determinación del factor de pago para el concreto estructural clase A (225 kg/cm²) en el mes de agosto de 2019

Información General				Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio ¹ (kg/cm ²)
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo		
Límite Inferior				225	225
Límite Superior				-	-
19-0025-2019	19-1899-19	Caja entrada tubería 6+215 LI	01/08/2019	410	408
19-0025-2019	19-1900-19	Caja entrada tubería 6+215 LI	01/08/2019	411	
19-0025-2019	19-1901-19	Caja entrada tubería 6+215 LI	01/08/2019	403	
19-0025-2019	19-1917-19	Aletones cabezal de salida 1+027 LI	03/08/2019	337	331
19-0025-2019	19-1918-19	Aletones cabezal de salida 1+027 LI	03/08/2019	321	
19-0025-2019	19-1919-19	Aletones cabezal de salida 1+027 LI	03/08/2019	334	
19-0025-2019	19-1926-19	Zapatas de cabezal de salida 11+709 LI	03/08/2019	395	395
19-0025-2019	19-1927-19	Zapatas de cabezal de salida 11+709 LI	03/08/2019	382	
19-0025-2019	19-1928-19	Zapatas de cabezal de salida 11+709 LI	03/08/2019	409	
19-0025-2019	19-1942-19	Cabezal de salida 12+070 LI	04/08/2019	410	411
19-0025-2019	19-1943-19	Cabezal de salida 12+070 LI	04/08/2019	398	
19-0025-2019	19-1944-19	Cabezal de salida 12+070 LI	04/08/2019	426	
19-0025-2019	19-1953-19	Zapatas cabezal de entrada 11+709 LD	05/08/2019	384	377
19-0025-2019	19-1954-19	Zapatas cabezal de entrada 11+709 LD	05/08/2019	381	
19-0025-2019	19-1955-19	Zapatas cabezal de entrada 11+709 LD	05/08/2019	367	
19-0025-2019	19-1957-19	Aletones cabezal de salida 5+535 LD	05/08/2019	411	424
19-0025-2019	19-1958-19	Aletones cabezal de salida 5+535 LD	05/08/2019	431	
19-0025-2019	19-1959-19	Aletones cabezal de salida 5+535 LD	05/08/2019	431	
19-0025-2019	19-1982-19	Zapatas cabezal de salida 5+948 LD	06/08/2019	373	355
19-0025-2019	19-1983-19	Zapatas cabezal de salida 5+948 LD	06/08/2019	334	
19-0025-2019	19-1984-19	Zapatas cabezal de salida 5+948 LD	06/08/2019	359	
19-0025-2019	19-1989-19	Zapatas cabezal de entrada 4+665 LI	06/08/2019	369	352
19-0025-2019	19-1990-19	Zapatas cabezal de entrada 4+665 LI	06/08/2019	335	
19-0025-2019	19-2003-19	Aletones cabezal de salida 11+982 LI	07/08/2019	273	268
19-0025-2019	19-2004-19	Aletones cabezal de salida 11+982 LI	07/08/2019	264	
19-0025-2019	19-2005-19	Aletones cabezal de salida 11+982 LI	07/08/2019	266	



19-0026-2019	19-2007-19	Delantal cabezal de entrada 12+060 LD	08/08/2019	342	344
19-0026-2019	19-2008-19	Delantal cabezal de entrada 12+060 LD	08/08/2019	341	
19-0026-2019	19-2009-19	Delantal cabezal de entrada 12+060 LD	08/08/2019	348	
19-0026-2019	19-2041-19	Zapatas cabezal de entrada 5+948 LI y piso caja 5+849 LI	09/08/2019	374	372
19-0026-2019	19-2042-19	Zapatas cabezal de entrada 5+948 LI y piso caja 5+849 LI	09/08/2019	359	
19-0026-2019	19-2043-19	Zapatas cabezal de entrada 5+948 LI y piso caja 5+849 LI	09/08/2019	382	
19-0026-2019	19-2059-19	Zapatas cabezal de salida 11+303 LI	14/08/2019	308	305
19-0026-2019	19-2060-19	Zapatas cabezal de salida 11+303 LI	14/08/2019	318	
19-0026-2019	19-2061-19	Zapatas cabezal de salida 11+303 LI	14/08/2019	289	
19-0026-2019	19-2077-19	Delantal de salida 16+661 LI	15/08/2019	306	304
19-0026-2019	19-2078-19	Delantal de salida 16+661 LI	15/08/2019	306	
19-0026-2019	19-2079-19	Delantal de salida 16+661 LI	15/08/2019	301	
19-0026-2019	19-2105-19	Delantal de entrada 16+661 LD	17/08/2019	349	343
19-0026-2019	19-2106-19	Delantal de entrada 16+661 LD	17/08/2019	318	
19-0026-2019	19-2107-19	Delantal de entrada 16+661 LD	17/08/2019	362	
19-0026-2019	19-2118-19	Aletones cabezal de salida 5+024 LD	17/08/2019	318	289
19-0026-2019	19-2119-19	Aletones cabezal de salida 5+024 LD	17/08/2019	312	
19-0026-2019	19-2120-19	Aletones cabezal de salida 5+024 LD	17/08/2019	238	
19-0026-2019	19-2122-19	Cabezal de entrada 11+900 LD	18/08/2019	245	251
19-0026-2019	19-2123-19	Cabezal de entrada 11+900 LD	18/08/2019	247	
19-0026-2019	19-2124-19	Cabezal de entrada 11+900 LD	18/08/2019	260	
19-0026-2019	19-2147-19	Aletones cabezal de salida 7+685 LD	20/08/2019	375	379
19-0026-2019	19-2148-19	Aletones cabezal de salida 7+685 LD	20/08/2019	379	
19-0026-2019	19-2149-19	Aletones cabezal de salida 7+685 LD	20/08/2019	384	
19-0026-2019	19-2199-19	Aletones cabezal de entrada 7+554 LI	22/08/2019	280	288
19-0026-2019	19-2200-19	Aletones cabezal de entrada 7+554 LI	22/08/2019	293	
19-0026-2019	19-2201-19	Aletones cabezal de entrada 7+554 LI	22/08/2019	291	
19-0026-2019	19-2216-19	Cabezal de entrada 5+201 LI	23/08/2019	393	397
19-0026-2019	19-2217-19	Cabezal de entrada 5+201 LI	23/08/2019	400	
19-0026-2019	19-2219-19	Delantal entrada 17+761 LD	23/08/2019	313	347
19-0026-2019	19-2220-19	Delantal entrada 17+761 LD	23/08/2019	366	
19-0026-2019	19-2221-19	Delantal entrada 17+761 LD	23/08/2019	362	
19-0026-2019	19-2243-19	Delantal Cabezal de salida 5+024 LD	28/08/2019	297	312
19-0026-2019	19-2244-19	Delantal Cabezal de salida 5+024 LD	28/08/2019	306	
19-0026-2019	19-2245-19	Delantal Cabezal de salida 5+024 LD	28/08/2019	334	
19-0026-2019	19-2256-19	Delantal cabezal de salida 11+709 LI	29/08/2019	330	334
19-0026-2019	19-2257-19	Delantal cabezal de salida 11+709 LI	29/08/2019	340	
19-0026-2019	19-2258-19	Delantal cabezal de salida 11+709 LI	29/08/2019	333	
19-0026-2019	19-2260-19	Delantal de salida 17+035 LI	30/08/2019	323	315
19-0026-2019	19-2261-19	Delantal de salida 17+035 LI	30/08/2019	314	
19-0026-2019	19-2262-19	Delantal de salida 17+035 LI	30/08/2019	309	
19-0026-2019	19-2264-19	Pantalla de amarre y viga bastión #1 Gigante	30/08/2019	402	396
19-0026-2019	19-2265-19	Pantalla de amarre y viga bastión #1 Gigante	30/08/2019	381	
19-0026-2019	19-2266-19	Pantalla de amarre y viga bastión #1 Gigante	30/08/2019	405	
19-0026-2019	19-2271-19	Zapata salida 17+763 LI	31/08/2019	362	363
19-0026-2019	19-2272-19	Zapata salida 17+763 LI	31/08/2019	353	
19-0026-2019	19-2273-19	Zapata salida 17+763 LI	31/08/2019	375	
Promedio (\bar{X})				345,7	346,5
Desviación estándar (S)				48,2	46,8
Categoría²				I	I
Número total de valores (n)				73	25
Límite superior de especificación (LSE)				-	-
Informe LM-AT-97-2019		Fecha de emisión: Febrero 2020		Página 59 de 79	



Límite inferior de especificación (LIE)	225	225
Índice de calidad superior (Qs)	-	-
Índice de calidad inferior (QI)	2,50	2,60
Porcentaje estimado de obra fuera de LSE ³ (Ps)	0%	0%
Porcentaje estimado de obra fuera de LIE ³ (Pi)	*	0%
Porcentaje total defectuoso (Ps+Pi)	*	0%
Factor de pago por calidad ⁴ (FPQ)	*	1,00

* Las Tablas B y C presentadas en el Cartel de Licitación del proyecto tienen un límite máximo de n = 67. La cantidad de muestras del periodo en estudio supera este límite.

Anexo 5. Evaluación estadística y determinación del factor de pago para el concreto estructural clase A (225 kg/cm²) en el mes de setiembre de 2019

Información General				Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio ¹ (kg/cm ²)
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo		
Límite Inferior				225	225
Límite Superior				-	-
19-0026-2019	19-2295-19	Cabecal de salida 9+574 LD	01/09/2019	355	332
19-0026-2019	19-2296-19	Cabecal de salida 9+574 LD	01/09/2019	311	
19-0026-2019	19-2297-19	Cabecal de salida 9+574 LD	01/09/2019	329	
19-0026-2019	19-2311-19	Viga de bastión #2 Puente Gigante	03/09/2019	381	383
19-0026-2019	19-2312-19	Viga de bastión #2 Puente Gigante	03/09/2019	385	
19-0026-2019	19-2313-19	Viga de bastión #2 Puente Gigante	03/09/2019	383	
19-0026-2019	19-2315-19	Aletón de cabecal de entrada 9+570 LD	03/09/2019	386	384
19-0026-2019	19-2316-19	Aletón de cabecal de entrada 9+570 LD	03/09/2019	379	
19-0026-2019	19-2317-19	Aletón de cabecal de entrada 9+570 LD	03/09/2019	386	
19-0026-2019	19-2342-19	Delantal cabecal de salida 7+554 LD	04/09/2019	371	361
19-0026-2019	19-2343-19	Delantal cabecal de salida 7+554 LD	04/09/2019	372	
19-0026-2019	19-2344-19	Delantal cabecal de salida 7+554 LD	04/09/2019	340	
19-0026-2019	19-2354-19	Pedestales de vigas puente Gigante	05/09/2019	348	356
19-0026-2019	19-2355-19	Pedestales de vigas puente Gigante	05/09/2019	358	
19-0026-2019	19-2356-19	Pedestales de vigas puente Gigante	05/09/2019	361	
19-0026-2019	19-2358-19	Delantal cabecal de salida 17+761 LI	05/09/2019	383	371
19-0026-2019	19-2359-19	Delantal cabecal de salida 17+761 LI	05/09/2019	352	
19-0026-2019	19-2360-19	Delantal cabecal de salida 17+761 LI	05/09/2019	379	
19-0028-2019	19-2377-19	Cabecal y aletones alcantarilla doble 11+700 LI	11/09/2019	378	353
19-0028-2019	19-2378-19	Cabecal y aletones alcantarilla doble 11+700 LI	11/09/2019	315	
19-0028-2019	19-2379-19	Cabecal y aletones alcantarilla doble 11+700 LI	11/09/2019	366	
19-0028-2019	19-2385-19	Zapatas cabecal de salida 10+479 LI	12/09/2019	371	364
19-0028-2019	19-2386-19	Zapatas cabecal de salida 10+479 LI	12/09/2019	346	
19-0028-2019	19-2387-19	Zapatas cabecal de salida 10+479 LI	12/09/2019	375	
19-0028-2019	19-2395-19	Delantal y diente cabecal de entrada 9+554 LD	13/09/2019	386	380
19-0028-2019	19-2396-19	Delantal y diente cabecal de entrada 9+554 LD	13/09/2019	377	
19-0028-2019	19-2397-19	Delantal y diente cabecal de entrada 9+554 LD	13/09/2019	378	
19-0028-2019	19-2405-19	Zapata cabecal de salida 8+613 LI	14/09/2019	272	271
19-0028-2019	19-2406-19	Zapata cabecal de salida 8+613 LI	14/09/2019	267	
19-0028-2019	19-2407-19	Zapata cabecal de salida 8+613 LI	14/09/2019	275	
19-0028-2019	19-2424-19	Delantal cabecal de entrada 11+700 LD	16/09/2019	306	307
19-0028-2019	19-2425-19	Delantal cabecal de entrada 11+700 LD	16/09/2019	296	
19-0028-2019	19-2426-19	Delantal cabecal de entrada 11+700 LD	16/09/2019	319	
19-0028-2019	19-2432-19	Zapatas alcantarilla doble 10+794 LI	16/09/2019	245	233
19-0028-2019	19-2433-19	Zapatas alcantarilla doble 10+794 LI	16/09/2019	226	



19-0028-2019	19-2434-19	Zapatas alcantarilla doble 10+794 LI	16/09/2019	228	
19-0028-2019	19-2437-19	Zapatas cabezal de salida 8+398 LI	17/09/2019	273	
19-0028-2019	19-2438-19	Zapatas cabezal de salida 8+398 LI	17/09/2019	281	280
19-0028-2019	19-2439-19	Zapatas cabezal de salida 8+398 LI	17/09/2019	285	
19-0028-2019	19-2451-19	Aletones bastión #1 Puente Gigante	18/09/2019	352	
19-0028-2019	19-2452-19	Aletones bastión #1 Puente Gigante	18/09/2019	335	348
19-0028-2019	19-2453-19	Aletones bastión #1 Puente Gigante	18/09/2019	357	
19-0028-2019	19-2443-19	Aletones cabezal de salida 10+461 LI	18/09/2019	188	
19-0028-2019	19-2444-19	Aletones cabezal de salida 10+461 LI	18/09/2019	155	177*
19-0028-2019	19-2445-19	Aletones cabezal de salida 10+461 LI	18/09/2019	188	
19-0028-2019	19-2457-19	Aletones cabezal de salida 8+398 LI	19/09/2019	371	
19-0028-2019	19-2458-19	Aletones cabezal de salida 8+398 LI	19/09/2019	358	366
19-0028-2019	19-2459-19	Aletones cabezal de salida 8+398 LI	19/09/2019	369	
19-0028-2019	19-2494-19	Aletones bastión #2 Puente Gigante	25/09/2019	409	
19-0028-2019	19-2495-19	Aletones bastión #2 Puente Gigante	25/09/2019	407	408
19-0028-2019	19-2496-19	Aletones bastión #2 Puente Gigante	25/09/2019	408	
19-0028-2019	19-2502-19	Delantal salida 8+396 LI	27/09/2019	293	
19-0028-2019	19-2503-19	Delantal salida 8+396 LI	27/09/2019	260	283
19-0028-2019	19-2504-19	Delantal salida 8+396 LI	27/09/2019	297	
19-0028-2019	19-2522-19	Zapatas cabezal de salida 6+999 LD	28/09/2019	278	
19-0028-2019	19-2523-19	Zapatas cabezal de salida 6+999 LD	28/09/2019	294	296
19-0028-2019	19-2524-19	Zapatas cabezal de salida 6+999 LD	28/09/2019	315	
19-0028-2019	19-2536-19	Cabezal y aletones alcantarilla doble 10+794 LI	30/09/2019	271	
19-0028-2019	19-2537-19	Cabezal y aletones alcantarilla doble 10+794 LI	30/09/2019	264	271
19-0028-2019	19-2538-19	Cabezal y aletones alcantarilla doble 10+794 LI	30/09/2019	277	
Promedio (\bar{x})				326,2	326,2
Desviación estándar (S)				59,5	59,3
Categoría²				I	I
Número total de valores (n)				60	20
Límite superior de especificación (LSE)				-	-
Límite inferior de especificación (LIE)				225	225
Índice de calidad superior (Qs)				-	-
Índice de calidad inferior (Qi)				1,70	1,71
Porcentaje estimado de obra fuera de LSE³ (Ps)				0%	0%
Porcentaje estimado de obra fuera de LIE³ (Pi)				4%	4%
Porcentaje total defectuoso (Ps+Pi)				4%	4%
Factor de pago por calidad⁴ (FPQ)				1,00	1,00

*Para esta muestra el consorcio supervisor MSD-LGC generó la No conformidad N°014-2019



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



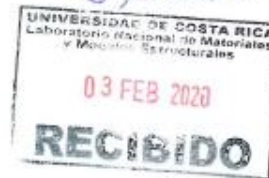
LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Anexo 6. Descargo al informe en versión preliminar LM-AT-97B-2019



Administración Superior
Despacho del Ministro

San José, 03 de febrero de 2020



MP, EA

Al contestar, refiérase al oficio número
DM-2020-0373

Ing. Alejandro Navas Carro, Director
Ing. Wendy Sequeira Rojas, Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR
direccion.lanamme@ucr.ac.cr

Asunto: comentarios a los resultados presentados en la versión preliminar del informe No. LM-AT-97B-2019.

Estimados ingenieros:

Como parte del proceso de la auditoría técnica realizada por su representada, han sido de nuestro conocimiento los resultados preliminares, previos a los definitivos, del informe No. LM-AT-097B-2019, denominado "Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional 160, sección: Playa Naranjo – Paquera. Documentos de Licitación PIT-5-LPI-O-2016".

Una vez analizados los resultados presentados en el informe supra indicado, la Unidad Ejecutora del Programa (UEP-PIT), de manera conjunta con la Unidad Supervisora del proyecto, el Consorcio MSD-LGC, realizaron los comentarios correspondientes a cada una de las observaciones y hallazgos determinados por LanammeUCR.

Una vez realizada la revisión por parte de esta Unidad Asesora, de lo indicado por la UEP-PIT y la Unidad Supervisora, en los oficios Nos. 0108-2020 y MSD-LGC-2020-032, respectivamente, se determinó que los comentarios indicados en esos documentos, se refieren de forma adecuada a cada una de las observaciones y hallazgos determinados por Lanamme en el estudio de referencia, por lo que se adjunta copia de dichas comunicaciones, en formato físico y digital.



Teléfono: (506) 2523-2537
ifquemi@mopet.go.cr

Informe LM-AT-97-2019

Fecha de emisión: Febrero 2020

Página 62 de 79

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



Administración Superior
Despacho del Ministro

San José, 03 de febrero de 2020
DM-2020-0373
Página 2 de 3

Además, en el disco compacto adjunto se remite la documentación de respaldo indicada en los oficios de la UEP-PIT y la Unidad Supervisora del proyecto.

Por otra parte, en lo atinente a las recomendaciones planteadas en la versión preliminar de su informe, seguidamente nos referimos a la dirigida al PIT, que indica "Establecer lineamientos para verificar el contenido y la calidad de los estudios preliminares de los proyectos".

En este sentido, es importante mencionar que es el Ministro Rector del Sector Transporte, con el apoyo técnico de la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, la única autoridad competente para generar y exigir el cumplimiento de lineamientos técnicos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura de transporte, mismos que son incluidos como condiciones de cumplimiento obligatorio en los pliegos cartelarios, de los procedimientos de contratación de obras, bienes y servicios requeridos en los proyectos que se desarrollan en el Sector de Transporte.

Al respecto, en el Decreto Ejecutivo No. 42092-MOPT, suscrito por el Ministro del Obras Públicas y Transportes y el Presidente de la República, publicado en La Gaceta No. 243 del 20 de diciembre de 2019, se indica que forman parte del ordenamiento jurídico costarricense, los manuales aprobados por el Consejo Sectorial de Ministros de Transportes de Centroamérica (COMITRAN), mismo que por medio del Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), realiza una labor de armonización de normas técnicas aplicables a carreteras.

La aplicación de dichos manuales técnicos dictados por la SIECA, dependerán de la naturaleza del proyecto y sus especificaciones técnicas, siempre y cuando que dichos contenidos y alcances no estén cubiertos por los volúmenes que conforman el Manual de Especificaciones, oficializados con sustento en el artículo 6 inciso e) de la Ley No. 8114 y el Decreto Ejecutivo No. 37016-MOPT, lo que regirán de manera prioritaria.

En razón de lo anterior, respetuosamente, desde nuestro criterio, la Dirección de esta Unidad Asesora del PIT, no se considera que ostente la competencia legal para generar lineamientos como el recomendado. Además, que ya existe el cuerpo legal correspondiente.

Teléfonos: (506) 2523-2600
(506) 2523-2042
Fax: (506) 2555-0242
www.mopt.go.cr





Administración Superior
Despacho del Ministro

San José, 03 de febrero de 2020
DM-2020-0373
Página 3 de 3

Por último, en lo correspondiente a las recomendaciones dirigidas a la Unidad Ejecutora del Programa, las mismas se consideran acertadas, y ofrecen una oportunidad de mejorar la gestión del proyecto en estudio, muchas de las cuales ya están siendo aplicadas según se evidencia en los oficios adjuntos de la UEP-PIT y de la Unidad Supervisora, y se girarán las instrucciones formales que correspondan una vez se tenga el informe final definitivo de su representada.

Suscribe atentamente,

Ing. Tomas Figueroa Malavassi
Director Unidad Asesora – PIT



Cc: Lic. Diego Moya Cortés, Consultor Control Interno UA-PIT
Archivo/ Copiador



Teléfono: (506) 2523-2600
(506) 2523-2012
Fax: (506) 2255-0242
www.mopc.gob.cr

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 64 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE
TRANSPORTE (PIT)
COSTA RICA



Unidad Ejecutora PIT

Ing. Tomás Figueroa Malavassi
Director
Unidad Asesora del CAS
Ministerio de Obras Públicas y Transportes
San José, Costa Rica

Oficio 0108-2020. 30 de enero de 2020

Referencia: PIT-5-LPI-O-2016. "Mejoramiento y Rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, Sección Playa Naranjo – Paquera". Dando alcance a nuestro contrato SP-No. 01-2015.

Asunto: Remisión de respuesta a Informe de Auditoría Técnica LM-AT-97-2019 del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica.

Estimado Ingeniero,

Por medio del presente me permito saludarle y a la vez le hago remisión del informe No. MSD-LGC-2020-032, donde se le da respuesta y respaldo a cada una de las observaciones planteadas por el Lanamme.

A continuación le damos el desglose del respaldo de cada una de las observaciones planteadas en el Informe de Auditoría del Lanamme:

1. SOBRE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES DEL PROYECTO

1.1. Observación No.1. Existe la posibilidad de que la estructura de pavimento propuesta para el proyecto haya sido sobre-diseñada como consecuencia de las debilidades evidenciadas en la estimación de la demanda de tránsito del proyecto.

Como respuesta a lo planteado en esta observación y producto de la reunión sostenida el pasado 20 de enero del 2020 en el Edificio C de Lanamme, se procedió a realizar una revisión del diseño de pavimentos realizado por CACISA en el 2016. Este diseño fue entregado a esta Unidad el pasado 24 de enero de 2020 y corresponde con el oficio No. 022-2020 de la empresa LGC Ingeniería de Pavimentos. Dicho oficio se adjunta a este oficio como documentación de respaldo.

1.2. Observación No.2. Se evidenciaron una serie de inconsistencias en los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados para las obras de drenaje del proyecto, por lo que sus resultados pueden no ser representativos del proyecto.

Para este punto se hace la indicación de que desde el pasado 26 de setiembre del 2019 se firmó la Orden de Servicio No. 11, la cual comprende la ejecución de estudios hidrológicos

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 65 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE
TRANSPORTE (PIT)
COSTA RICA



e hidráulicos a lo largo de la ruta. Los resultados de estos estudios deben ser presentados a esta Unidad a más tardar el 26 de marzo del 2020. Esta Orden de Servicio también se incluye como documento adjunto.

1.3. Observación No.3. Existe el riesgo potencial de que algunos taludes que han sido conformados a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos.

Para esta observación se procedió a elaborar la Orden de Servicio No. 8 referente a la ejecución de estudios geotécnicos, misma que fue firmada el 30 de agosto del 2019. Además, se generaron dos informes por parte del Contratista con las posibles soluciones a los problemas de estabilidad detectados. El desglose de este punto se incluye en el oficio MSD-LGC-2020-032. Además, se incluyen los informes de estabilidad de taludes generados por el Contratista.

2. SOBRE LA CALIDAD DEL CONCRETO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE

2.1. Hallazgo No.1. Se evidenció una alta variabilidad en el asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto

El desglose de este punto se incluye en el oficio MSD-LGC-2020-032, en la página 3. La variabilidad detectada se le atribuye a las distintas cantidades de aditivos que se agregaban en la producción de la mezcla, ya que la dosificación se calculaba con base en el tiempo de traslado del concreto y los tipos de elementos a colar, variando esta última en función de si se trataba de elementos muy esbeltos con mayor densidad de acero de refuerzo o si eran otros elementos como delantales de los cabezales.

2.2. Hallazgo No.2. La temperatura y resistencia del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto se han mantenido dentro de los límites establecidos

Este punto no necesita descargo alguno.

3. SOBRE EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y ACABADO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

3.1. Hallazgo No.3. La condición y configuración actual de algunas contracunetas instaladas en el proyecto pueden provocar deterioros en las mismas y en las obras aledañas a éstas

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 66 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE
TRANSPORTE (PIT)
COSTA RICA



Unidad Ejecutora PIT

Tal y como se indica en el oficio MSD-LGC-2020-032, a la fecha no se ha realizado el recibido de ninguna cuneta, puesto que se le ha solicitado a la empresa constructora la presentación de una solución integral para el sistema de drenaje longitudinal, que comprenda tanto la contra cuneta como los bajantes de las mismas a las cunetas. Se ha propuesto, como alternativa el uso del sistema de mantocreto, alternativa que está siendo evaluada por parte del Contratista y se espera la presentación del desglose de costos y los respectivos parámetros técnicos para proceder con su evaluación.

3.2. Hallazgo No.4. Se evidenciaron deterioros y malas prácticas constructivas en las obras de drenaje del proyecto

Tal y como se menciona en el oficio MSD-LGC-2020-032, en la página 3, se cuenta con los informes de todos los inspectores de campo donde se señalan las deficiencias encontradas en la Auditoría de Lanamme. De parte de la empresa Supervisora, se han girado las instrucciones correspondientes al Contratista para que se corrijan los defectos detectados.

3.3. Hallazgo No. 5. Se evidenció que la longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que las aguas descargadas por éstos no entren en contacto con los elementos de la superestructura

En este punto se debe señalar que, por motivos de seguridad ocupacional y producto del proceso constructivo, la longitud de los tubos de drenaje se acortó temporalmente, ya que en la zona se tenían plataformas temporales para el paso de los trabajadores y además existían áreas con formaleta que dificultaban la colocación de los tubos en toda su extensión. Como medida se giró la instrucción de que se utilicen uniones para extender su longitud y alcanzar lo establecido en las especificaciones de los planos de diseño.

4. SOBRE EL MANEJO TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

4.1. Hallazgo No. 6. Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito durante la construcción de la obra no cumple su función de guiar y resguardar efectivamente al usuario debido a la falta de mantenimiento, su ubicación y el uso de materiales no autorizados

Se procedió a realizar trabajos de limpieza y a la adquisición de elementos de señalización con sus debidos elementos reflectivos. Las evidencias fotográficas de esto se incluye igualmente en el oficio MSD-LGC-2020-032, en las páginas 4, 5 y 6.

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 67 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE
TRANSPORTE (PIT)
COSTA RICA



Unidad Ejecutora PIT

Sin más por el momento, se despide.



Firmado digitalmente por MGP
José Germán Juyar Mora
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=MGP José Germán Juyar Mora,
ou=Unidad Ejecutora de Programa,
ou=UEP PIT,
email=german.juyar@uep.pit.cr,
c=ES
Fecha: 2020.01.30 17:32:17 -06'00'

M.G.P. German Juyar Mora
Coordinador General
UEP Programa PIT

cc

Ing. Gustavo Morera Fallas
Ing. Carlos Arroyo Rojas
Ing. David Barrantes Alfaro
Archivo

Representante UA. MOPT
Director de Inspección MSD-LGC
Representante UEP en Playa Naranjo-Paquera

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 68 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Paquera, 30 de enero del 2020

Al contestar referirse al oficio:
MSD-LGC-2020- 032

Ref.: Respuesta informe LM-AT-97B-2019
Auditoría Lanamme UCR

Ingeniero
José German Juyar
Coordinador General de la UEP- PIT
San Jose

Estimado Ingeniero:

Atendiendo la solicitud de respuesta al informe LM-AT-97B-2019 de Auditoría del Lanamme UCR, se comunica, a continuación, a cada una de las observaciones indicadas relativas a los temas técnicos que nos competen.

Observación No.3. Existe el riesgo potencial de que algunos taludes que han sido conformados a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos

Ante la observación anterior, La Supervisión del Proyecto genero la Orden de servicio N°8, la cual realizar los estudios geotécnicos en los sitios que presentan inestabilidad en los taludes, textualmente la Orden de Servicio se presenta a continuación.



Consorcio MSD - LGC



Consorcio MSD - LGC

SP No. 01-2015 PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE (PIT) COSTA RICA



Contratación: PIT-05-LPI-O-2016, Contratación del Mejoramiento y Rehabilitación de la Ruta Nacional No. 160, Sección Playa Naranjo - Paquera
ORDEN DE SERVICIO: No. 8
FECHA: 26 de agosto de 2019
A: Consorcio "Ruta 160" AZVI, S.A.

- 1. De acuerdo con su Contrato de fecha 07 de Marzo del 2018 para la construcción del Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la Ruta Nacional No 160, Sección: Playa Naranjo - Paquera, se le comunica y ordena al Contratista lo siguiente:
'Realizar estudios geotécnicos de los taludes inestables en los Estacionamientos: 2+860 a 2+900, 3+340 a 3+385, 6+414 a 6+444, 8+620 a 8+760, 12+120 a 12+220 y 13+280 a 13+340 del Proyecto. Estos estudios deben incluir planos, memoria de cálculo, y detalles de las actuaciones'
2. Estos trabajos se efectuarán con base en el artículo 104.14 de las Especificaciones Generales para la Construcción CR-2010 y las instrucciones del ingeniero.
3. La base de pago de estos trabajos será el renglón 110.06 "Trabajo a costo más porcentaje"
4. Se estima que el costo de estos trabajos es de \$11 700.00 (once mil setecientos dólares con 0/100)
5. Se acuerda que la presente Orden de Servicio No. 8 no tendrá validez hasta tanto no sea aprobada y comunicada por escrito por esta Unidad Ejecutora del préstamo PIT.
6. Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Servicio No. 8, firmándola con indicación de fecha y retornando el original y las copias que se incluyen.

Ing. Juan Carlos Barrantes Alpizar
Ingeniero de Proyecto, MSD-LGC
Fecha: 30 Ago 2019

Ing. Sergio Araya Mena
Director Técnico Consorcio "Ruta 160"
Fecha: 30/08/2019

Ing. Luis Carlos Gómez Pasos
Ingeniero Director de Ingeniería, MSD-LGC
Fecha: 30/8/19

Ing. José Ignacio Gómez Torres
Coordinador General UEP Programa PIT
Fecha: 30 8-19



Contratación PIT-05-LPI-O-2016

Página 13/15



La Orden de Modificación anterior generó un informe preliminar de la empresa Geotecnia y Pavimentos S.A.

Posteriormente la empresa constructora contrato al especialista Gastón Laporte para que realizara también un informe sobre la estabilidad de los taludes. Dicho informe el 21 / 11/ 2019, y en él se dan una serie de recomendaciones y soluciones para los taludes que han presentado inestabilidad.

A la fecha se está a la espera de aprobar la negociación del precio para la intervención señalada.

Punto 9.2 Sobre la Calidad del Concreto utilizado en la Construcción.

Hallazgo n°1. Evidencia de una alta variabilidad en el asentamiento del concreto.

En la dosificación del concreto elaborado en la planta, la empresa agregaba directamente lo correspondiente a los aditivos. Esta dosificación la calculaban en base al tiempo de traslado del concreto, teniendo en cuenta el posible retraso del camión, por los efectos de los paros de tránsito en los cortes de material de los taludes, además del tipo de elemento a colar, variando desde elementos muy esbeltos hasta otros como los delantales de los cabezales.

Estas distintas cantidades de aditivos en la producción de la mezcla probablemente son la causa de la variabilidad en los asentamientos, y las posibles consecuencias de ello, como lo son la aparición de nidos de piedra deberán ser corregidos.

Punto 9.3 Sobre el proceso constructivo y acabado de las obras de drenaje.

Con relación al punto anterior, se debe señalar que, a la fecha, no se ha recibido ni una sola cuneta, puesto que se le ha solicitado a la empresa constructora la presentación de una solución integral para el sistema de drenaje longitudinal, que comprenda tanto la contra cuneta como los bajantes de las mismas a las cunetas.

Se ha propuesto, como alternativa el uso del sistema de mantocreto, sin embargo no se ha concluido nada al respecto.

Hallazgo N°4 Se evidenciaron deterioros y malas prácticas constructivas en las obras de drenaje del proyecto.

En lo concerniente, a este punto, se debe comentar que, en los informes de todos los inspectores se tienen anotadas las deficiencias se señaladas por el informe del Lanamme y se ha dejado copia de la boleta respectiva a la empresa. En las reuniones de seguimiento que se realizan semanalmente entre la Supervisión y la empresa constructora, se han girado las órdenes para la reparación de todo lo evidenciado como deterioro y malas prácticas. La respuesta de la empresa ha consistido en que esperan concluir la colocación de todas las obras de drenaje para iniciar con todas y cada una de las reparaciones correspondientes ya señaladas.

De no ocurrir lo mencionado en el párrafo anterior se estará confeccionando la no conformidad para todas las obras de drenaje.

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 71 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------



Consorcio MSD-LGC



9.4 SOBRE EL MANEJO TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

Hallazgo N°6.

Es importante tener presente que por las condiciones propias del proyecto (polvo) y de la zona (sol), la señalización en general va a presentar desgaste y acumulaciones de polvo de forma diaria, razón por la cual personal de la empresa constructora realiza labores de mantenimiento diario a la misma.

Con respecto a la malla y las barreras, si bien es cierto esta no cuenta con características retroreflectivas, la empresa constructora instala material reflectivo en la misma, todo con el fin de que sirva de guía a los usuarios en horario nocturno.



Además realizan labores de limpieza y cambian la que presenta daños, labor diaria y constante, aunada a esto se agrega que recientemente acaba de adquirir 80 rollos de malla de 45,72 mt c/u, para esta labor e instala en los lugares que generen riesgo para los usuarios, labor que diaria constante y en la cual esta supervisión es vigilante de la misma

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 72 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------





Consortio MSD - LGC



De igual manera y con respecto a los conos, recientemente la empresa adquirió 105 conos de 70 cms y además se les ha dado mantenimiento (limpieza) a los existentes y cambiando collarines reflectivo.



Por último por parte de esta Supervisión en reuniones de seguimientos se ha conversado sobre la necesidad de empezar con proceso de sustituir rótulos existentes, a lo que se han adquiridos 16 rótulos verticales y 9 trípode, mismos que se ajustan a lo indicado en el Manual Centroamericano de Dispositivos uniformes para el Control del Tránsito (Edición 2014), adicionalmente dichos materiales cumplen con ANSI, de alta intensidad Prismática, y cuentan con un reflectómetro de aproximadamente 500 lúmenes., tamaño estándar.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



Consorcio MSD-LGC



Atentamente,

Ing. Carlos Arroyo Rojas.
Director de Proyecto
Consorcio MSD-LGC

cc: Ing. Tomás Figueroa Malavassi-Director Unidad Asesora del CAS-
Ing. Gustavo Morera – Unidad Asesora del CAS
Ing. David Barrantes Analista Civil-UEP-PIT Costa Rica
Ing. Jeffrey Ramírez, Consorcio MSD-LGC
Archivo

MSD-LGC-2020-032. 30 de enero de 2020


7

Informe LM-AT-97-2019	Fecha de emisión: Febrero 2020	Página 75 de 79
-----------------------	--------------------------------	-----------------

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



Anexo 7. Análisis del descargo al informe en versión preliminar LM-AT-97B-2019

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 1/4

1. Nombre Informe

LM-AT-97-2019 Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera.

2. Descargo

El día 3 de febrero de 2020, se recibe en las instalaciones del LanammeUCR el oficio DM-2020-0373 (de fecha 3 de febrero de 2020), remitido por el Ing. Tomás Figueroa Malavassi como descargo al informe en versión preliminar LM-AT-97B-2019.

Como parte del descargo, se adjuntan los oficios 0108-2020 (de fecha 30 de enero de 2020), donde la Unidad Ejecutora del programa brinda descargo al informe y el oficio MSD-LGC-2020-032 (de fecha 30 de enero de 2020), donde la Supervisión brinda también descargo al informe en cuestión.

3. Análisis del descargo

Descargo N°1. Sobre la recomendación dirigida al PIT de: "Establecer lineamientos para verificar el contenido y la calidad de los estudios preliminares de los proyectos".

Descargo: La Unidad Asesora del PIT indica que es el Ministro Rector del Sector Transporte, con el apoyo técnico de la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, la única autoridad competente para generar y exigir el cumplimiento de lineamientos técnicos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura de transporte, por lo cual la Dirección de la Unidad Asesora del PIT no ostenta la competencia legal para generar lineamientos como los recomendados.

Análisis del descargo: El descargo brindado por la Administración es de recibo, por lo que se modifica el contenido de la recomendación del informe como se muestra a continuación:


"Recomendar al Ministro Rector del Sector Transporte y a la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, la creación e implementación de lineamientos para verificar el contenido y la calidad de los estudios preliminares de los proyectos".

Descargo N°2. Sobre la Observación No.1. Existe la posibilidad de que la estructura de pavimento propuesta para el proyecto haya sido sobre-diseñada como consecuencia de las debilidades evidenciadas en la estimación de la demanda de tránsito del proyecto.

Descargo: Al respecto, la Unidad Ejecutora del programa indica que se procedió a realizar una revisión del diseño de pavimentos realizado por CACISA en el 2016 y que, producto de esta revisión, la empresa LGC sugirió un nuevo diseño para la estructura de pavimentos, el cual adjunta como oficio No. 022-2020. No obstante, no indica si esta es la versión final aprobada para el proyecto.

Análisis del descargo: Al no existir un descargo al contenido de la observación, se mantiene el contenido de ésta. Sin embargo, se añade al final de la observación las labores que ha realizado la Unidad Ejecutora como producto de lo indicado en el informe en versión preliminar.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 2/4	

Descargo N°3. Sobre la Observación No.2. Se evidenciaron una serie de inconsistencias en los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados para las obras de drenaje del proyecto, por lo que sus resultados pueden no ser representativos del proyecto.

Descargo: La Unidad Ejecutora indica que se elaboró la Orden de Servicio No. 11, la cual comprende la ejecución de estudios hidrológicos e hidráulicos a lo largo de la ruta. Además, indica que los resultados de estos estudios serán presentados el 26 de marzo de 2020.

Análisis del descargo: Al no existir un descargo al contenido de la observación, se mantiene el contenido de ésta. Sin embargo, se añade al final de la observación las labores que ha realizado la Unidad Ejecutora como producto de lo indicado en el informe en versión preliminar.

Descargo N°4. Sobre la Observación No.3. Existe el riesgo potencial de que algunos taludes que han sido conformados a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos.

Descargo: La Unidad Ejecutora y la Supervisión indican que se elaboró la Orden de Servicio No. 8, la cual comprende la ejecución de estudios geotécnicos dados los problemas de estabilidad detectados. Además, adjuntan los informes generados por el Contratista con las posibles soluciones a los problemas detectados.


Análisis del descargo: Al no existir un descargo al contenido de la observación, se mantiene el contenido de ésta. Sin embargo, se añade al final de la observación las labores que ha realizado la Unidad Ejecutora como producto de lo indicado en el informe en versión preliminar.

Descargo N°5. Sobre el Hallazgo No.1. Se evidenció una alta variabilidad en el asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto.

Descargo: La Supervisión y la Unidad Ejecutora indican que la variación en el asentamiento del concreto se puede deber al hecho de que el Contratista agregaba directamente la dosificación de aditivos y calculaba dicha dosificación en base al tiempo de traslado del concreto, teniendo en cuenta el posible retraso del camión por los efectos de los paros de tránsito en los cortes de material de los taludes, además del tipo de elemento a colar, variando desde elementos muy esbeltos hasta otros como los delantales de los cabezales. Además, indica que las posibles consecuencias de ello, como lo son la aparición de nidos de piedra, deberán ser corregidos.

Análisis del descargo: No es de recibo el descargo brindado, ya que es deber de la Supervisión el rechazo de materiales que no cumplan con los estándares de calidad requeridos. De manera que si, producto de una mala planificación de obra de parte del contratista o una mala dosificación del aditivo, el concreto suministrado tiene un asentamiento que no satisface los requerimientos de calidad, éste debe ser rechazado. Es por esto que se mantiene el contenido del hallazgo y se hace énfasis en la recomendación de establecer límites para el asentamiento del concreto, de manera que los inspectores de la Supervisión tengan herramientas para definir si el concreto suministrado cumple con los estándares de calidad del proyecto o si, por el contrario, debe ser rechazado, de manera que se prevengan las posibles consecuencias de un asentamiento inadecuado (e.g. nidos de piedra), en lugar de proceder a corregirlos.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 3/4	

Descargo N°6. Hallazgo No.3. La condición y configuración actual de algunas contracunetas instaladas en el proyecto pueden provocar deterioros en las mismas y en las obras aledañas a éstas.

Descargo: La Supervisión y la Unidad Ejecutora indican que no se ha realizado el recibido de ninguna cuneta, puesto que se le ha solicitado a la empresa constructora la presentación de una solución integral para el sistema de drenaje longitudinal, que comprenda tanto la contracuneta como los bajantes de las mismas a las cunetas.

Análisis del descargo: Al no existir un descargo al contenido del hallazgo, se mantiene el contenido de éste. Sin embargo, se añade al final del hallazgo las labores que han realizado la Unidad Ejecutora y la Supervisión al respecto.

Descargo N°7. Sobre el Hallazgo No.4. Se evidenciaron deterioros y malas prácticas constructivas en las obras de drenaje del proyecto.

Descargo: La Unidad Ejecutora y la Supervisión indican que se cuenta con los informes de todos los inspectores de campo donde se señalan las deficiencias encontradas en la Auditoría de LanammeUCR. Además, indica que la Supervisión ha girado las instrucciones correspondientes al Contratista para que se corrijan los defectos detectados.

Análisis del descargo: Al no existir un descargo al contenido del hallazgo, se mantiene el contenido de éste. Sin embargo, se añade al final del hallazgo las labores que han realizado la Unidad Ejecutora y la Supervisión al respecto.

Descargo N°8. Sobre el Hallazgo No. 5. Se evidenció que la longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que las aguas descargadas por éstos no entren en contacto con los elementos de la superestructura.


Descargo: Al respecto, la Unidad Ejecutora del proyecto indica que, por motivos de seguridad ocupacional y producto del proceso constructivo, la longitud de los tubos de drenaje se acortó temporalmente, ya que en la zona se tenían plataformas temporales para el paso de los trabajadores y además existían áreas con formaleta que dificultaban la colocación de los tubos en toda su extensión. Además, indica que se giró la instrucción de que se utilicen uniones para extender su longitud y alcanzar lo establecido en las especificaciones de los planos de diseño.

Análisis del descargo: Es de recibo la explicación brindada y la solución propuesta, sin embargo, no se modificará el contenido del hallazgo pues éste puede ser motivo de seguimiento en otro informe de esta auditoría al proyecto. No obstante, se incluye al final del hallazgo las instrucciones que giró la Unidad Ejecutora como solución a lo detectado por esta Unidad de Auditoría Técnica.

Descargo N°9. Sobre el Hallazgo No. 6. Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito durante la construcción de la obra no cumple su función de guiar y resguardar efectivamente al usuario debido a la falta de mantenimiento, su ubicación y el uso de materiales no autorizados.

Descargo: La Supervisión indica que por las condiciones propias del proyecto (polvo) y de la zona (sol), la señalización en general va a presentar desgaste y acumulaciones de polvo de forma diaria,



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
Consecutivo:		Página: 4/4	

razón por la cual personal de la empresa constructora realiza labores de mantenimiento diario a la misma.

También indica que, si bien la malla reticulada no cuenta con características retroreflectivas, la empresa constructora instala material reflectivo en la misma, todo con el fin de que sirva de guía a los usuarios en horario nocturno.

Además, señala que se realizan labores de limpieza y mantenimiento de la señalización, se cambian las mallas que presenta daños y que, recientemente, el Contratista adquirió 80 rollos de malla de 45,72 m cada uno y 105 conos de 70 cm.

Por último, la Supervisión señala que, en reuniones de seguimiento, se ha conversado sobre la necesidad de empezar con proceso de sustituir rótulos existentes, por lo que se han adquiridos 16 rótulos verticales y 9 trípode, mismos que se ajustan a lo indicado en el Manual Centroamericano de Dispositivos uniformes para el Control del Tránsito (Edición 2014), adicionalmente dichos materiales cumplen con ANSI, de alta Intensidad Prismática, y cuentan con un reflectómetro de aproximadamente 500 lúmenes, tamaño estándar.

Análisis del descargo: Si bien la Supervisión señala que se han realizado labores de limpieza y mantenimiento de la señalización, estas labores no se ejecutaron durante un periodo de la ejecución del proyecto, por lo que la señalización no cumplía su función de guiar y resguardar al usuario. Es por esto que se mantiene el hallazgo, sin embargo, se aclara al final del hallazgo que la condición actual ha mejorado y se indican las labores que ha realizado la Supervisión al respecto. No obstante, se aclara que lo señalado en este hallazgo puede ser motivo de seguimiento en otro informe de esta auditoría al proyecto.

	Nombre y Puesto	Firma	Fecha
Preparó:	Ing. Mauricio Picado Muñoz; Auditor Técnico	Mauricio Picado Muñoz Firmado digitalmente por Mauricio Picado Muñoz Fecha: 2020.02.18 10:01:01 -06'00'	10-02-2020
Revisó:	Ing. Erick Acosta Hernández; Auditor Técnico	ERICK ACOSTA HERNANDEZ (FIRMA) Firmado digitalmente por ERICK ACOSTA HERNANDEZ (FIRMA) Fecha: 2020.02.18 10:52:11 -06'00'	13-02-2020
Aprobó:	Ing. Wendy Sequeira Rojas; Coordinadora UAT	WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Firmado digitalmente por WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Fecha: 2020.02.18 10:52:11 -06'00'	13-02-2020