



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

LanammeUCR

Informe Final LM-AT-133-2018

Informe de Cierre de la Auditoría Técnica al proyecto: Diseño y Construcción de la Carretera La Abundancia – Florencia y Radial Ciudad Quesada, Carretera San Carlos, Ruta Nacional No. 35

Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000011-0DE00

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
Octubre, 2019



1. Informe Final LM-AT-133-2018	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Informe de Cierre de la Auditoría Técnica al proyecto: Diseño y Construcción de la Carretera La Abundancia – Florencia y Radial Ciudad Quesada, Carretera San Carlos, Ruta Nacional No. 35. Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000011-0DE00	4. Fecha del Informe Octubre, 2019	
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 El alcance del estudio consiste de una evaluación del desempeño de la estructura del pavimento construida en términos de la Regularidad Superficial (IRI), deflexiones del pavimento y agarre superficial (fricción). Además, durante la etapa constructiva se verificó la calidad de los materiales utilizados en la construcción de la estructura de pavimento, las prácticas y procedimientos constructivos de conformidad con la normativa actual y las buenas prácticas de la ingeniería, cuyos resultados fueron comunicados oportunamente mediante notas informe y plasmados en este informe final como resumen de las actividades de auditoría realizadas en proceso. En general los resultados de la auditoría técnica son: la Regularidad Superficial no evidenció incumplimientos con las especificaciones del cartel de licitación. El análisis de deflexiones medidas en el pavimento evidenció que la condición estructural de las capas de material de base estabilizado con cemento, muestra una condición “Regular” en algunos de los carriles construidos, que no es aceptable para un pavimento recién construido, sin embargo, el análisis de fatiga realizado evidencia que el riesgo de falla es bajo durante el periodo de vida útil de diseño. Los resultados de la evaluación de la fricción del pavimento recién construido evidenciaron tramos con condiciones de fricción por debajo de la categoría de “Bueno”. La calidad de los materiales empleados, evidenció incumplimientos en la mezcla asfáltica y exceso de resistencia a la compresión inconfiada del material de base estabilizada, que no fueron mitigados durante el proceso de ejecución del proyecto. Con respecto a las prácticas constructivas, se evidenció la colocación de mezcla asfáltica bajo condiciones de lluvia, y la aplicación de riego de liga con cobertura parcial de la superficie de colocación de mezcla asfáltica, en ambos casos son prácticas inaceptables que afectaran el desempeño a mediano plazo del proyecto y que tampoco fueron controladas durante la ejecución de la fase constructiva del pavimento. Los puentes del proyecto evidenciaron deterioros relacionados específicamente la impermeabilización de las juntas de expansión, y la humedad presente en los estribos y las condiciones de corrosión evidenciadas en las placas metálicas de los apoyos, que deben ser objeto de seguimiento para evitar mayores daños. Finalmente, se evidenciaron agrietamientos severos en la losa del puente sobre el río Peje en la Radial Ciudad Quesada, como producto de la limitada efectividad de los controles durante el colado del concreto, y que fueron reparadas y posteriormente cubiertas con una sobrecapa de mezcla asfáltica sin que se evidenciará una acción sancionatoria por parte de la Administración.		
10. Palabras clave Auditoría Técnica, Abundancia-Florencia, obras, pavimento, deflexiones, regularidad, fricción, puentes.	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 152



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Informe de Cierre de la Auditoría Técnica al proyecto: Diseño y Construcción de la Carretera La Abundancia–Florescia y Radial Ciudad Quesada, Carretera San Carlos, Ruta Nacional No. 35.

Departamento encargado del proyecto:

Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura del Transporte (PIV-1)

Supervisora del proyecto:

SGS Central América S.A.

Laboratorio de verificación de calidad:

LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Empresa contratista: Consorcio APCA Eurofinsa, Ceinsa-Tragsatec

Laboratorio de control de calidad: ITP. Ingeniería Técnica de Proyectos

Monto original del contrato: ₡20.626.407.321,15 (incluye monto original y Adendas 1 y 2)

Plazo original de ejecución: Diseño (Fase 1) 180 días calendario; Construcción (Fase 2) 360 días calendario. Plazo total según contrato: 540 días calendario.

Proyecto: Diseño y Construcción de la Carretera La Abundancia–Florescia y Radial Ciudad Quesada, Carretera San Carlos, Ruta Nacional No. 35

Director General LanammeUCR:

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Ing. Erick Acosta Hernández, Auditor Técnico Líder.

Ing. Mauricio Salas Chaves, Auditor Técnico Adjunto

Ing. Mauricio Picado Muñoz, Auditor Técnico Adjunto.

Asesor Legal:

Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

El alcance del estudio consiste en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de la auditoría técnica y que fueron comunicados oportunamente a la Unidad Ejecutora del proyecto. Específicamente, el proceso de auditoría incluyó el análisis de la mezcla asfáltica, y una evaluación del desempeño de la estructura del pavimento construida en términos de Regularidad Superficial (IRI), deflexiones del pavimento y agarre superficial (fricción) y, para la etapa constructiva, se verificó la calidad de mezcla asfáltica y base estabilizada colocada en el proyecto y las prácticas constructivas asociadas a las actividades anteriores, cuyos hallazgos y observaciones fueron comunicados por medio de notas informe y plasmados en este informe final como resumen de las actividades de auditoría técnica realizadas.



TABLA DE CONTENIDO

1. FUNDAMENTACIÓN 9
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS 9
3. OBJETIVOS DEL INFORME 10
OBJETIVO GENERAL 10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
4. ALCANCE DEL INFORME 10
5. METODOLOGÍA 11
6. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA 12
7. ANTECEDENTES 13
8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 15
9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-AT-133B-18 17
10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA 18
SOBRE EL DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 19
Hallazgo No. 1. El valor de Regularidad Internacional (IRI) obtenido en el proyecto a nivel de la superficie de ruedo final se encuentra por debajo del valor máximo permitido por la especificación del proyecto. 19
Hallazgo No.2. Del análisis del cuenco de deflexiones verticales realizado se evidencia un riesgo potencial bajo por efecto de la rigidez estructural de las capas de la estructura de pavimento. 28
Observación No. 1. Existen secciones del pavimento construido en el proyecto con condiciones de fricción superficial deslizantes de diversos grados de severidad. 42
SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES 46
Hallazgo No. 3. Los resultados de los ensayos realizados a los materiales empleados como base y superficie de ruedo en la estructura de pavimento evidenciaron incumplimientos en los requisitos establecidos por el Manual de especificaciones para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010 46
SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS 66
Hallazgo No. 4: Se observó la colocación de mezcla asfáltica modificada bajo condiciones de lluvia en el km 40+700 66
Hallazgo No. 5: Se evidenció, en la estación 42+150 que el riego de liga no cubrió la totalidad de la superficie donde iba a ser colocada la capa asfáltica 70



Hallazgo No.6: La losa del puente sobre Río Peje de la Radial Ciudad Quesada presentó agrietamientos transversales como consecuencia de las debilidades en los controles y cuidados ejecutados durante el curado del concreto de la losa. 74

Hallazgo No.7: Se evidenciaron deterioros en los puentes del Tronco Principal de la vía y la Radial Ciudad Quesada como consecuencia de la filtración de agua hacia los apoyos y la discontinuidad de la junta de expansión..... 79

11. CONCLUSIONES 85

12. RECOMENDACIONES 88

13. REFERENCIAS..... 90

ANEXOS 92

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO. 17

FIGURA 2. VALORES INDIVIDUALES DE IRI CADA 100 M, CARRIL EXTERNO SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 21

FIGURA 3. VALORES DE MEDIA FIJA DE IRI CADA 100 M, CARRIL EXTERNO, SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 21

FIGURA 4. VALORES INDIVIDUALES DE IRI CADA 100 M, CARRIL INTERNO, SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 22

FIGURA 5. VALORES DE MEDIA FIJA DE IRI CADA 100 M, CARRIL INTERNO, SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 22

FIGURA 6. VALORES INDIVIDUALES DE IRI CADA 100 M, CARRIL EXTERNO, SENTIDO FLORENCIA – ABUNDANCIA. 23

FIGURA 7. VALORES DE MEDIA FIJA DE IRI CADA 100 M, CARRIL EXTERNO, SENTIDO FLORENCIA – ABUNDANCIA. 24

FIGURA 8. VALORES INDIVIDUALES DE IRI CADA 100 M, CARRIL INTERNO, SENTIDO FLORENCIA-ABUNDANCIA. 25

FIGURA 9. VALORES DE MEDIA FIJA DE IRI CADA 100 M, CARRIL INTERNO, SENTIDO FLORENCIA – ABUNDANCIA. 25

FIGURA 10. COMPARACIÓN DE IRI @ 100 M ENTRE LAS CAPAS INTERMEDIAS Y FINAL DE UN TRAMO DE CARRILES, SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 27

FIGURA 11. COMPARACIÓN DE IRI @ 100 M ENTRE LAS CAPAS INTERMEDIAS Y FINAL DE UN TRAMO DEL CARRIL INTERNO, SENTIDO FLORENCIA-ABUNDANCIA. 27

FIGURA 12. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERFICIAL D0. 32

FIGURA 13. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS DE MEZCLA ASFÁLTICA Y BASE ESTABILIZADA (BLI). 33

FIGURA 14. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS INTERMEDIAS MLI. 35

FIGURA 15. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE SOPORTE LLI. 36



FIGURA 16. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE RADIO DE CURVATURA (ROC). 37

FIGURA 17. MAPA DE COEFICIENTE DE FRICCIÓN PARA CADA SENTIDO DE CIRCULACIÓN 43

FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS RESULTADOS DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO DEL SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 44

FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS RESULTADOS DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO DEL SENTIDO ABUNDANCIA-FLORENCIA. 45

FIGURA 20. CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE LAS MUESTRAS DE BASE ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN. 47

FIGURA 21. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA DE LAS MUESTRAS DE BASE ENSAYADAS POR EL ORGANISMO DE VERIFICACIÓN. 48

FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA DE LAS MUESTRAS DE BASE ENSAYADAS POR EL ORGANISMO DE VERIFICACIÓN..... 48

FIGURA 23. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE LAS MUESTRAS DE BASE ENSAYADAS POR EL LANAMME 49

FIGURA 24. CURVAS GRANULOMÉTRICAS OBTENIDAS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-1102-17 52

FIGURA 25. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ASFALTO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-1102-17. 52

FIGURA 26. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE VACÍOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-1102-17. 53

FIGURA 27. RESULTADOS DE LOS VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-1102-17. 53

FIGURA 28. RESULTADOS DE LOS VACÍOS LLENOS DE ASFALTO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-1102-17..... 54

FIGURA 29. RESULTADOS DE LA RELACIÓN POLVO / ASFALTO DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-1102-17. 54

FIGURA 30. CURVAS GRANULOMÉTRICAS OBTENIDAS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA 10-46-2018. 55

FIGURA 31. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ASFALTO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA 10-46-2018. 55

FIGURA 32. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE VACÍOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA 10-46-2018. 56

FIGURA 33. RESULTADOS DE LOS VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA 10-46-2018..... 56

FIGURA 34. RESULTADOS DE LOS VACÍOS LLENOS DE ASFALTO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA 10-46-2018..... 57

FIGURA 35. RESULTADOS DE LA RELACIÓN POLVO / ASFALTO DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA 10-46-2018. 57

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 6 de 152
----------------------	--------------------------------	-----------------



FIGURA 36. CURVAS GRANULOMÉTRICAS OBTENIDAS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-326-18-E. 58

FIGURA 37. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ASFALTO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-326-18-E. 59

FIGURA 38. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE VACÍOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-326-18-E. 59

FIGURA 39. RESULTADOS DE LOS VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-326-18-E. 60

FIGURA 40. RESULTADOS DE LOS VACÍOS LLENOS DE ASFALTO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-326-18-E. 60

FIGURA 41. RESULTADOS DE LA RELACIÓN POLVO / ASFALTO DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLA ITP-326-18-E. 61

FIGURA 42. RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN SITIO OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS EXTRAÍDAS POR LA VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA EMPLEADA EN EL PROYECTO 62

FIGURA 43. RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUSCEPTIBILIDAD A LA DEFORMACIÓN PERMANENTE APA PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA EMPLEADA EN EL PROYECTO..... 63

FIGURA 44. NÚMERO DE CICLOS DE CARGA PARA LA FALLA POR FATIGA OBTENIDOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA EMPLEADA EN EL PROYECTO. 63

FIGURA 45. COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA SOBRE RIEGO DE LIGA AFECTADO POR LLUVIA. ESTACIONAMIENTO 40+700. 67

FIGURA 46. COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CONDICIÓN LLUVIOSA. ESTACIONAMIENTO 40+600. .. 68

FIGURA 47. AGUA ACUMULADA DENTRO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA SIN COMPACTAR. ESTACIONAMIENTO 40+650..... 68

FIGURA 48. COMPACTACIÓN EVIDENCIABA UNA CANTIDAD CONSIDERABLE DE AGUA QUE SALÍA DE LA MEZCLA. ESTACIONAMIENTO 40+650. 69

FIGURA 49. RIEGO DE LIGA APLICADO SOBRE LA CAPA DE BASE ESTABILIZADA. ESTACIÓN 42+150. 71

FIGURA 50. PANEL DE CONTROL DEL CAMIÓN DISTRIBUIDOR DE ASFALTO. ESTACIÓN 42+150. 71

FIGURA 51. BOQUILLAS DEL DISTRIBUIDOR DE ASFALTO FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 16-02-2018..... 72

FIGURA 52. BOQUILLAS DE APLICACIÓN UTILIZADAS POR EL FABRICANTE DEL EQUIPO DE APLICACIÓN DE RIEGO. 72

FIGURA 53. COBERTURA COMPUESTA DOBLE O TRIPLE DE UN CAMIÓN DISTRIBUIDOR. 73

FIGURA 54. AGRIETAMIENTOS EN LOSA DEL PUENTE SOBRE RÍO PEJE (E-2)..... 74

FIGURA 55. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO POR LA SUPERVISORA DEL AGRIETAMIENTO DE LA LOSA E-2..... 75

FIGURA 51. PRELOSAS DEL PUENTE E-2. 76

FIGURA 57. COLOCACIÓN POR GRAVEDAD DEL MATERIAL DE RELLENO DE GRIETAS EN LA LOSA E-2. 78

FIGURA 58. GRIETA RELLENADA PARCIALMENTE CON EL MATERIAL DE SELLADO. 78

FIGURA 59. CONDICIÓN DE APOYO EN BASTIÓN DE PUENTE E1..... 79

FIGURA 60. CONDICIÓN DE APOYOS EN BASTIÓN DE PUENTE E2..... 80

FIGURA 61. CONDICIÓN DE APOYOS EN BASTIÓN DE PUENTE E5..... 80

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 7 de 152
----------------------	--------------------------------	-----------------



FIGURA 62. CONDICIÓN DE OXIDACIÓN EN ALGUNOS APOYOS EN BASTIÓN DE PUENTE E6..... 80

FIGURA 63. DISCONTINUIDAD DE JUNTA DE EXPANSIÓN EN BARRERA TIPO “NEW JERSEY” QUE DIVIDE LA CALZADA DE LA ACERA PEATONAL. PUENTE E1 Y E2 RESPECTIVAMENTE..... 81

FIGURA 64. REPARACIONES APARENTES EN LOS APOYOS DEL PUENTE E5..... 82

FIGURA 65. ACUMULACIÓN DE AGUA Y CORROSIÓN EN ALGUNOS APOYOS DEL PUENTE E5 EN FLORENCIA.83

FIGURA 66. DISCONTINUIDAD Y ACUMULACIÓN EN LA JUNTA DE EXPANSIÓN DEL PUENTE E5 EN FLORENCIA. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA 10 DE MAYO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA... 14

TABLA 2. VALORES DE IRI ACEPTABLES EN CARPETAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE. 19

TABLA 3. SINGULARIDADES REPORTADAS DURANTE LA MEDICIÓN DEL PROYECTO RUTA 35: ABUNDANCIA-FLORENCIA..... 20

TABLA 4. ESPESORES DE PAVIMENTO CONSTRUIDOS EN EL PROYECTO..... 30

TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL CONSIDERANDO LOS PARÁMETROS DE CUENCOS DE DEFLEXIÓN PARA PAVIMENTOS CON BASE ESTABILIZADA..... 31

TABLA 6. RESUMEN DE RESULTADOS DE INDICADORES DEL CUENCO DE DEFLEXIONES..... 31

TABLA 7. RESULTADOS DE ENSAYO DE MÓDULO DINÁMICO SEGÚN ENSAYOS DEL LANAMMEUCR 38

TABLA 8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL RETROCÁLCULO DE MÓDULOS. 39

TABLA 9. PUNTOS DE EVALUACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO..... 40

TABLA 10. ANÁLISIS DE FATIGA DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO SEGÚN EL MÓDULO RETROCALCULADO PERCENTIL 16..... 41

TABLA 11. RESULTADOS DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO POR SENTIDO Y POR CARRIL..... 42

TABLA 12. FACTOR DE PAGO CORRESPONDIENTE A CADA MES PARA EL MATERIAL DE BASE ESTABILIZADA 50

TABLA 13. FACTOR DE PAGO POR GRANULOMETRÍA CORRESPONDIENTE A CADA MES PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA..... 51



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

INFORME DE CIERRE DE LA AUDITORÍA TÉCNICA DEL PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA LA ABUNDANCIA–FLORENCIA Y RADIAL CIUDAD QUESADA, CARRETERA SAN CARLOS, RUTA NACIONAL No. 35

1. FUNDAMENTACIÓN

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

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

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (El 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 o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 9 de 152
----------------------	--------------------------------	-----------------



3. OBJETIVOS DEL INFORME

OBJETIVO GENERAL

Analizar la calidad de los procesos constructivos de las diferentes etapas del proyecto, los materiales utilizados para construir la estructura de pavimento y su desempeño, para velar por el uso eficiente de los recursos invertidos, en los plazos de ejecución y gastos adicionales que puedan presentarse por aspectos previsibles del proyecto Licitación para la Contratación del Diseño y Construcción de la Carretera La Abundancia – Florencia y Radial Ciudad Quesada, Carretera San Carlos, Ruta Nacional No. 35 Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000011-0DE00

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Informar oportunamente a la Administración sobre los resultados de ensayo que se realicen a los materiales del proyecto y aspectos constructivos que se consideren importantes, mediante el envío de notas-informe.
- Evaluar el cumplimiento de las especificaciones de los materiales a partir de muestreos puntuales realizados de conformidad a la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la Ingeniería.
- Evaluar las prácticas constructivas de conformidad a la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la Ingeniería.
- Evaluar y comparar los datos de los laboratorios de Control y Verificación de Calidad del proyecto con los obtenidos por el LanammeUCR.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio que desarrolla esta auditoría técnica consiste en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de la auditoría técnica y que fueron comunicados oportunamente a la Unidad Ejecutora del proyecto, mediante notas informe. Específicamente, el proceso de auditoría incluyó una evaluación de la calidad de los materiales que componen la estructura del pavimento y otros materiales utilizados en el proyecto. Adicionalmente, se realizó una evaluación estructural y geotécnica durante el proceso constructivo de los puentes y muros laterales del intercambio. El periodo de ejecución de esta auditoría es el comprendido entre enero 2015 y julio de 2019. El informe pretende ser una herramienta para la toma de decisiones en situaciones que se puedan presentar durante la vida útil del proyecto auditado y para futuros proyectos de obra vial.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 10 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



La conformidad de las prácticas, procedimientos constructivos y calidad de materiales se evaluó con la normativa especificada en el Cartel de Licitación del proyecto y sus Enmiendas, el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes (CR-2010), los planos del proyecto y otros documentos del proyecto, así como las buenas prácticas de la ingeniería.

Con respecto a la evaluación de los materiales y la construcción de la estructura del pavimento, se realizaron visitas periódicas al proyecto durante la fase constructiva, entre los meses de enero 2015 a junio de 2018, durante este mismo periodo se observaron los procedimientos y prácticas constructivas. Posteriormente, durante la fase de operación (julio 2018- mayo 2019) se dio seguimiento al desempeño del proyecto en su apertura al tránsito con el fin de observar el comportamiento de la estructura del pavimento ante las cargas de tránsito y observar la implementación de posibles medidas correctivas por parte de la Administración a los aspectos evidenciados en este informe.

Cada uno de los aspectos relevantes encontrados en el transcurso de la Auditoría Técnica fue informado a la Administración de forma oportuna por medio de notas informe y remisión de resultados de laboratorio, según se muestra en la Tabla 1 del apartado de “Antecedentes” de este informe, con el fin de que se tomaran medidas preventivas o correctivas tanto en procesos constructivos, calidad de materiales o condiciones encontradas. El presente documento incluye información de estos aspectos encontrados de manera que son recopilados en este informe final.

Finalmente, el estudio también comprendió una evaluación del desempeño de la estructura de pavimento colocada en términos de la regularidad superficial, deflexiones y resistencia al deslizamiento.

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. 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 y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración. Es función del MOPT-CONAVI, analizar con las partes involucradas las consecuencias expuestas en los hallazgos incluidos en los informes de la Auditoría Técnica.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 11 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de Auditoría Técnica, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto, así como la verificación en sitio de las condiciones indicadas anteriormente durante el proceso constructivo mediante visitas y ensayos de laboratorio.

Las actividades que fueron desarrolladas por el equipo de Auditoría Técnica consistieron en visitar los diversos frentes de trabajo y hacer una revisión de los documentos contractuales relacionados con el proyecto, así como programar muestreos a los materiales.

Cada elemento o aspecto relevante que es evidenciado y considerado por la auditoría como de comunicación inmediata para atención pronta, fue informado a la Administración de forma oportuna.

6. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

Los trabajos del proyecto deberán ser ejecutados de conformidad con los términos del pliego de condiciones: y acordes con la última versión descrita en el Sección VI Requisitos de las Obras:

- El cartel de licitación, incluyendo las Especificaciones Especiales, sus aclaraciones y sus enmiendas.
- La oferta adjudicataria.
- El contrato refrendado.
- “Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-2010)”.
- “Manual de Normas para la colocación de dispositivos de seguridad para la protección del público en Obras Viales”, elaborado por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito 1995”.
- “Reglamento de Dispositivos de Seguridad para la Protección de Obras, según decreto 26041-CONAVI, Gaceta N°103 del 30/05/97”.
- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design, 2nd Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2011.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Sixth Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2012.
- Circulares de Ingeniería Hidráulica de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos: HEC N°18, FHWA HI-96-031, 2012, 5° edición; HEC N°20, FHWA HI-96-032, 2012, 4° edición; HEC N°23, FHWA HI-97-030, 2009, 5° edición.
- Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges (Publication N° FHWA-HRT-06-032). Federal Highway Administration (FHWA), 2006.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 12 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



- El documento titulado: “Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial”, contiene las disposiciones generales emitidas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
- Estudio de Impacto Ambiental.
- Manual de construcción para caminos, carreteras y puentes (MC-83)
- Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes.
- El Código de Cimentaciones de Costa Rica, edición vigente.
- Las Normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras y demás disposiciones contractuales.
- Reglamento de disposiciones de seguridad para protección de obras, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 103 del 30 de mayo de 1997, Decreto No. 26041-MOPT.
- Dispositivos obligatorios de visualización de MOPT.
- Manual Centroamericano de Gestión del Riesgo en Puentes, Edición 2010.
- Manual Centroamericano de Normas para Diseño Geométrico de carreteras (SIECA, 3ª edición – 2011) utilizando como fuente de referencia AASHTO 2011 (“Green Book”), cuando corresponda.
- Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2000).
- Componentes de seguridad vial, implementación regulada mediante Decreto Ejecutivo No. 33148 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 100 del 25 de mayo del 2006
- Normas y diseños para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.

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, durante el desarrollo de este proceso se emitieron varios oficios y notas informe las cuales se citan en la Tabla 1. En estos oficios se trataron temas relacionados con el contenido de este informe y cuyo fin era evidenciar situaciones relevantes identificadas por el equipo auditor durante la etapa de ejecución de la auditoría e informarlos oportunamente a la Unidad Ejecutora encargada del proyecto, previo a la emisión de este informe final.

Cabe destacar como antecedentes del proyecto, que la fase de diseño (Fase 1) inició con la Orden de Servicio No. 1 donde se indicó que las actividades de diseño iniciaron el 9 de abril de 2014 y que debían extenderse por un plazo de 180 días calendario hasta el 5 de octubre de 2014. Sin embargo, en la Orden de Servicio No. 2, se ordenó la suspensión de

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 13 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



las actividades de diseño a partir del 30 de julio de 2014, como respuesta a las modificaciones que posteriormente se realizaron en el alcance del proyecto con respecto a la cantidad de carriles y otras obras. La fase de diseño reinició su ejecución por medio de la Orden de Servicio No. 5, a partir del 13 de octubre de 2014 para que posteriormente fuera suspendida de nuevo en la Orden de Servicio No. 6 del 11 de diciembre 2014.

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

Oficio/ Nota Informe	Elaborado	Asunto	Oficio de respuesta de la Administración
LM-AT-061-2015	15/04/2015	Solicitud de información del proyecto	UE- DCFQ-018-2015-77
LM-AT-102-2015	29/07/2015	Solicitud de información sobre el estado del proyecto	UE- DCFQ-018-2015-135
LM-AT-054-2016	28/03/2016	Solicitud de actualización de información	UE-DCFQ-018-2016-049
LM-AT-57-2016	07/04/2016	Reunión Inicio de Auditoría	No aplica
LM-AT-136-2016	18/08/2016	Inicio de Auditoría Técnica externa	
LM-AT-137-2016	18/08/2016	Solicitud de diseño de mezcla de concreto	UE-DCFQ-025-2016-098
LM-AT-152-2016	09/09/2016	Informes de Laboratorio	No aplica
LM-AT-167-2016	21/10/2016	Solicitud de historial no conformidades, informes de control y avisos de control.	UE-DCFQ-025-2016-158
LM-AT-169-2016	24/10/2016	Colocación de concreto bajo condiciones de lluvia	UE-DCFQ-025-2016-149
LM-AT-181-2016	15/11/2016	Cambio en equipo auditor del proyecto	No aplica
LM-AT-201-2016	16/12/2016	Observaciones realizadas por auditoría técnica en gira del 1 de diciembre 2016	UE-DCFQ-025-2017-05
LM-AT-106-2017	21/08/2017	Observaciones sobre la toma de muestras por parte de los laboratorios de autocontrol y verificación de calidad	UE-DCFQ-025-2017-107
LM-AT-109-2017	19/09/2017	Comunicación de resultados de ensayo de material de préstamo y resistencia de concreto	No aplica
LM-AT-114-2017	19/09/2017	Solicitud de actualización de información del proyecto	Sin respuesta
LM-AT-131-2017	31/10/2017	Solicitud de información sobre "paño de prueba" de la capa de base estabilizada y medidas de mitigación sobre taludes	UE-DCFQ-025-2017-138
LM-AT-156-2017	13/12/2017	Solicitud de información sobre "paño de prueba" de la capa de mezcla asfáltica convencional y modificada.	UE-DCFQ-025-2018-01
LM-AT-24-2018	20/02/2018	Remisión de Informes de ensayo I-0069 I-0070-18 sobre base estabilizada	No aplica
LM-AT-25-2018	21/02/2018	Observaciones sobre el riego de liga	UE-DCFQ-025-2018-39
LM-AT-26-2018	21/02/2018	Solicitud de certificados de calibración	UE-DCFQ-025-2018-40
M-AT-38-2018	06/03/2018	Solicitud de órdenes de servicio, modificación y estimaciones	UE-DCFQ-025-2018-50
LM-AT-54-2018	09/04/2018	Informes de ensayo resistencia base estabilizada I-253-18	No aplica
LM-AT-61-2018	16/04/2018	Estado de los desagües de los puentes y el control de peso de las vagonetas.	Sin respuesta
LM-PI-017-2018	26/04/2018	Regularidad (IRI) en capa asfáltica intermedia	Sin respuesta
LM-AT-075-2018	17/05/2018	Informe de ensayo I-431-18 sobre adherencia de la emulsión	No aplica
LM-PI-029-2018	29/05/2018	Solicitud de información de los agrietamientos en las losas del puente E-2	UE-DCFQ-025-2018-094
LM-PI-032-2018	28/05/2018	Solicitud de las razones técnicas para la aceptación del uso de aditivo abundancia	UE-DCFQ-025-2018-101
LM-PI-040-2018	08/06/2018	Observación sobre puente peatonal improvisado en la Radial Abundancia-Florencia	UE-DCFQ-025-2018-111
LM-PI-043-2018	14/06/2018	Observaciones del fisuramiento losas abundancia	Sin respuesta
LM-AT-95-2018	09/07/2018	Solicitud de actualización del proyecto	UE-DCFQ-025-2018-124

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 14 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Oficio/ Nota Informe	Elaborado	Asunto	Oficio de respuesta de la Administración
LM-PI-052-2018	09/07/2018	Observaciones sobre la colocación de mezcla asfáltica bajo condiciones de lluvia en el proyecto	Sin respuesta
LM-AT-127-2018	26/09/2018	Solicitud de órdenes de servicio, modificación y estimaciones	UE-DCFQ-025-2018-183
LM-PI-088-2018	24/11/2018	Observaciones sobre la condición de los puentes construidos en el proyecto.	Sin respuesta

Por otro lado, la fase de construcción del proyecto inicio de forma parcial, la Unidad Ejecutora del proyecto emitió una orden de inicio anticipada de construcción (Orden de Servicio No. 9 del 23 de marzo de 2015) para algunas estructuras de drenaje, actividades de excavación, colocación de tuberías y relleno, lo anterior según se declara en el oficio UE-DCFQ-018-2015-77 del 5 de mayo de 2015, mientras se realizaba el proceso de revisión y aprobación de los planos.

Adicionalmente, en la Adenda No. 1 al contrato se realizó la modificación del diseño del proyecto, para que se realice el diseño a cuatro carriles, en la sección Abundancia-Florencia y la adecuación del intercambio Abundancia y la inclusión de otras obras en el diseño de la Radial Ciudad Quesada, como aceras, el acceso a la futura estación de bomberos, propiedades privadas y otras calles que no estaban contempladas en el diseño original (oficio UE-DCFQ-018-2015-135 del 7 de agosto de 2015). En la Orden de Modificación No. 1 por un monto de ₡149.985.000,00 se le instruyó al contratista para realizar el diseño a cuatro carriles, dos por sentido, en el tramo Abundancia-Florencia, por lo que la Fase 1 de diseño reinició hasta el 24 de marzo de 2015.

Finalmente, el resto de la Fase 2 de construcción del proyecto dio inicio mediante la Orden de Servicio No. 19 a partir del 15 de enero de 2016, la cual tendría diferentes fechas de inicio y suspensión hasta la finalización de la fase constructiva en el segundo semestre del en el año 2018.

8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es realizar los estudios previos, el diseño y la construcción de la Carretera La Abundancia (Ruta Nacional No. 35) – Florencia y Radial Ciudad Quesada, dentro de los lineamientos del alcance de la Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000011-0DE00 del Primer Programa de Infraestructura del Transporte (PIV-1) El proyecto se ubica en la provincia de Alajuela, cantón de San Carlos entre los distritos de Ciudad Quesada y Florencia. En la Figura 1 se muestra una ubicación general del proyecto y sus principales componentes. El proyecto consiste en la construcción de las siguientes obras:

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 15 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



- **Carretera La Abundancia-Florencia:** que forma parte de la Ruta Nacional No. 35, el tramo en construcción inicia en el kilómetro 39+955,9 y finaliza en el 44+600. Originalmente, las obras consistían en la construcción de dos carriles de 3,65 m de ancho cada uno, espaldones de 1,50m con su sistema de drenaje y la construcción de un carril de ascenso de 3,30m desde la estación 43+100 hasta la estación 39+955,9. Posteriormente, mediante las Adendas Nos. 1 y 2 del contrato se aumentó la cantidad de carriles a cuatro, (dos por sentido) y consecuentemente el monto y el plazo fueron aumentados.
- **Rotonda en Florencia:** consiste en un intercambio a nivel para mejorar el ingreso desde Pénjamo Viejo y la Ruta Nacional No. 141. Sus características geométricas son: radio exterior de 32,95 m, la calzada anular es de 8,45m (un carril interno de 3,65 m, un carril externo de 3,30 m y espaldón de 1,50m). El vehículo de diseño es un semitrailer del tipo WB- 20, para lo cual se deja una zona montable.
- **Puente sobre el Río Peje, Ruta Nacional No. 141:** consiste en sustituir por completo por otra estructura de dos carriles por sentido. El nuevo puente mide 22 m de longitud con un borde libre de 1,50 m con respecto al nivel de la máxima creciente para un periodo de 100 años. El puente incluye acera y barreras peatonales.
- **Intercambio La Abundancia:** incluye una rotonda y un paso en el kilómetro 38+900 que comunica con la Radial Ciudad Quesada. La Rotonda “La Abundancia” tiene un radio exterior de 42,95 m, la calzada anular es de 8,45 m (un carril interno de 3,65, un carril externo de 3,30 y espaldón de 1,50). Para facilitar la maniobra de vehículos semitrailer del tipo WB- 20, se deja una zona montable de 4,50m de ancho en el anillo interior de la rotonda. La intersección también deberá contar con iluminación.
- **Carretera de La Radial a Ciudad Quesada:** inicia en el kilómetro 0+067,58 y finaliza en el 1+380, comprende la construcción de dos carriles de 3,65 m cada uno con espaldones de 1,50 m. Además, la Radial comprende dos puentes nuevos, uno sobre el río Peje y otro sobre la Quebrada San Pedro.

Entre otros datos relevantes del proyecto están, la velocidad directriz del proyecto es de 65 km/h según la clasificación del Manual AASHTO 2011 (Green Book), bajo la cual se deberán mejorar los radios disponibles en la medida que el derecho de vía disponible junto con la rasante del alineamiento vertical que deberá desarrollarse durante la etapa de diseño. El vehículo de diseño, es el WB-20 según la clasificación del Manual AASHTO 2011 (Green Book). Las curvas del proyecto deben contar con Barreras de Seguridad, tipo H1 según la clasificación de la norma EN 1317 Norma Europea o con el nivel TL-4 según el NCHRP Report 350.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 16 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------

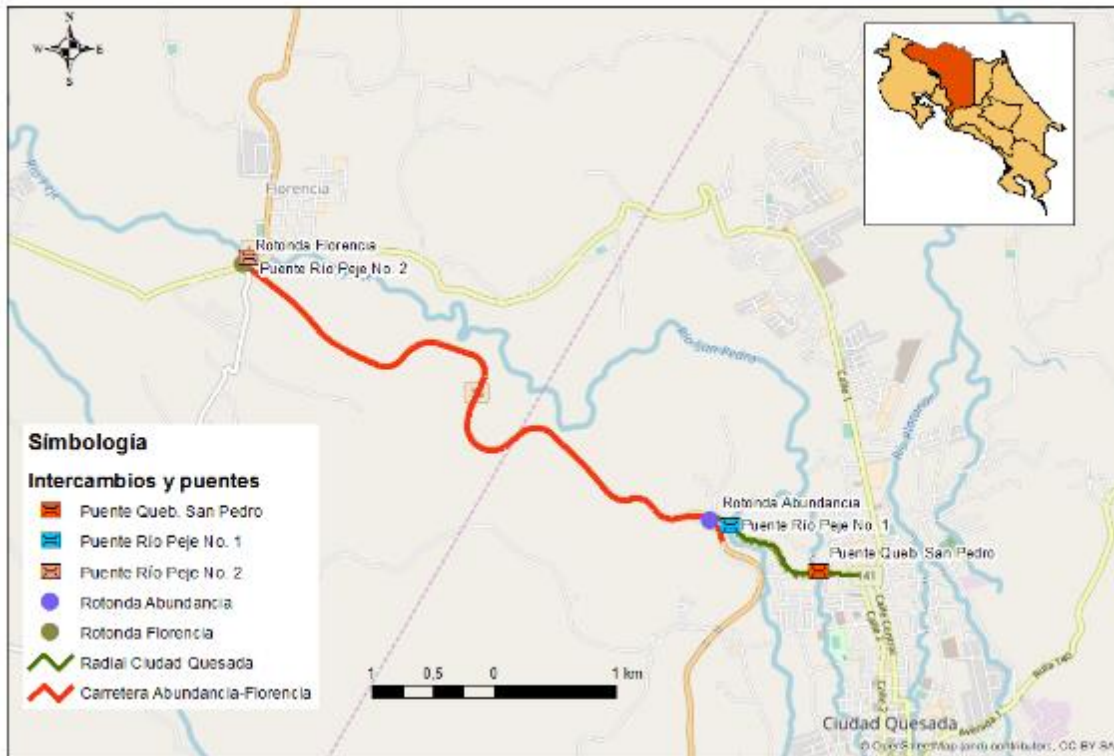


Figura 1. Localización del proyecto.
Fuente: LanammeUCR

9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-AT-133B-18

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante oficio LM-IC-D-0625-19 del 9 de agosto de 2019, se envió el presente informe en versión preliminar, identificado como LM-AT-133B-18, 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 inicialmente se otorgó un plazo de 15 días hábiles, posteriores al recibo de dicho informe, para la remisión de comentarios al informe preliminar, dicho plazo se prorrogó hasta el 23 de setiembre de 2019.

El lunes 26 de agosto de 2019, se realizó con auditado la presentación oral de los resultados del informe preliminar con el fin de comentar aspectos relacionados con su contenido. A esta actividad asistieron los siguientes participantes:

Kenneth Solano Carmona
Alexander Moya Lacayo
Edwin Corrales Calderón

Gerente Unidad Ejecutora PIV-1 - CONAVI
Gerente de Proyecto
Supervisión

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 17 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Wendy Sequeira Rojas
Mauricio Picado Muñoz
Mauricio Salas Chaves
Erick Acosta Hernández

Coord. Unidad Auditoría Técnica – LanammeUCR
Auditor Técnico – LanammeUCR
Auditor Técnico - LanammeUCR
Auditor Técnico - LanammeUCR

El día 23 de setiembre de 2019 se recibe, vía correo electrónico, las observaciones realizadas por el auditado.

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en mención y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe LM-AT-133B-18 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

10.RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

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

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

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

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

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 18 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



SOBRE EL DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Hallazgo No. 1. El valor de Regularidad Internacional (IRI) obtenido en el proyecto a nivel de la superficie de rueda final se encuentra por debajo del valor máximo permitido por la especificación del proyecto.

El día 29 de agosto de 2018, el LanammeUCR realizó la medición del perfil longitudinal de la Ruta Nacional No.35: Abundancia-Florencia en el tramo comprendido entre los estacionamientos 39+250 a 44+600 donde se evaluaron los 4 carriles en ambos sentidos (2 carriles por sentido), con los espesores totales de capa asfáltica de rueda colocada. El Informe de Ensayo corresponde al identificado como I-1165-18, contiene los datos de IRI cada 10 m.

El análisis de IRI realizado para ambos sentidos a lo largo de una longitud aproximada total de 5 km por carril, se realizó con base en lo establecido en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010), en la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente. En donde se establece que: "Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de diez valores de IRI tienen un valor igual o inferior al indicado en el Cuadro 1 y ninguno de los valores individuales supera 3,0 m/km".

Tabla 2. Valores de IRI aceptables en carpetas de mezclas asfálticas en caliente.

Porcentaje de m/km	Rodadura e Intermedia	
	Tipo de vía	
	Autopistas y vías concesionadas	Resto de vías
50	<1,5	<1,5
80	<1,8	<2,0
100	<2,0	<2,5

Fuente: CR-2010

De manera que, al no tratarse de una autopista o una vía concesionada, se clasifica este proyecto como "resto de vías" por lo que el valor de media fija debe ser menor a 2,5 m/km para considerarse como aceptable.

En cuanto a las singularidades, el CR-2010 las define como: "...todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas y que incrementen el valor del IRI en el tramo en que se encuentran." Además, indica que las singularidades afectan el tramo completo de 100 m en el cual se encuentran por lo cual no se incluyen dichos tramos en la evaluación.

En el Cuadro 2, se presentan aquellos eventos reportados por los técnicos del LanammeUCR durante la realización del ensayo, que no serán consideradas en el presente análisis. Cabe aclarar que la Unidad Ejecutora por medio del oficio UE-DCFQ-025-2018-

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 19 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



183 remitido como respuesta al oficio LM-AT-127-2018, adjuntó las mediciones de regularidad superficial realizadas por los laboratorios de Verificación de Calidad de la Administración y Autocontrol, donde se evidencian diferencias entre ambos laboratorios con respecto a la definición de las singularidades a considerar en el análisis. En la información remitida no es posible evidenciar que las singularidades utilizadas por los laboratorios tuvieran la aprobación por parte de la Administración en la figura de la Unidad Ejecutora, según se establece en el Manual CR-2010, sección 401.16 “Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente”.

Tabla 3. Singularidades reportadas durante la medición del Proyecto Ruta 35: Abundancia-Florencia.

Sentido	Carril	Estación Inicial	Estación Final	Longitud (m)	Evento
Abundancia-Florencia	Externo	39+500	39+700	200	Cambio de carril
	Interno	44+100	44+300	200	Cambio de carril
		44+590	44+600	10	Baja velocidad
Florencia-Abundancia	Externo	39+300	39+700	400	Cambio de carril
		41+900	42+200	200	Cambio de carril
		44+550	44+600	50	Baja velocidad
	Interno	39+250	39+260	10	Baja velocidad

Fuente: Informe de ensayo I-1165-18, LanammeUCR

- **Sentido Abundancia-Florencia.**

Al realizar el análisis de los datos obtenidos en sentido Abundancia-Florencia, para el carril externo entre los estacionamientos 39+250 m y 44+600 m, se obtuvo una longitud efectiva evaluada de 5150 m, debido a que se reportó la presencia de evento en el tramo (ver Tabla 3), para los cuales se obtuvo un valor de IRI promedio de 1,7 m/km (uno coma siete metros por kilómetro) con una base de medición de 100 m. La distribución de los valores individuales se muestra en la gráfica de la Figura 2, los cuales se encuentran por debajo del límite superior de la especificación.

Por otro lado, en el análisis de media móvil se obtuvieron 6 tramos con promedio de 1,7 m/km que es menor al valor máximo especificado de 2,5 m/km que se establece en el CR-2010, tal y como se muestra más adelante en la Figura 3.

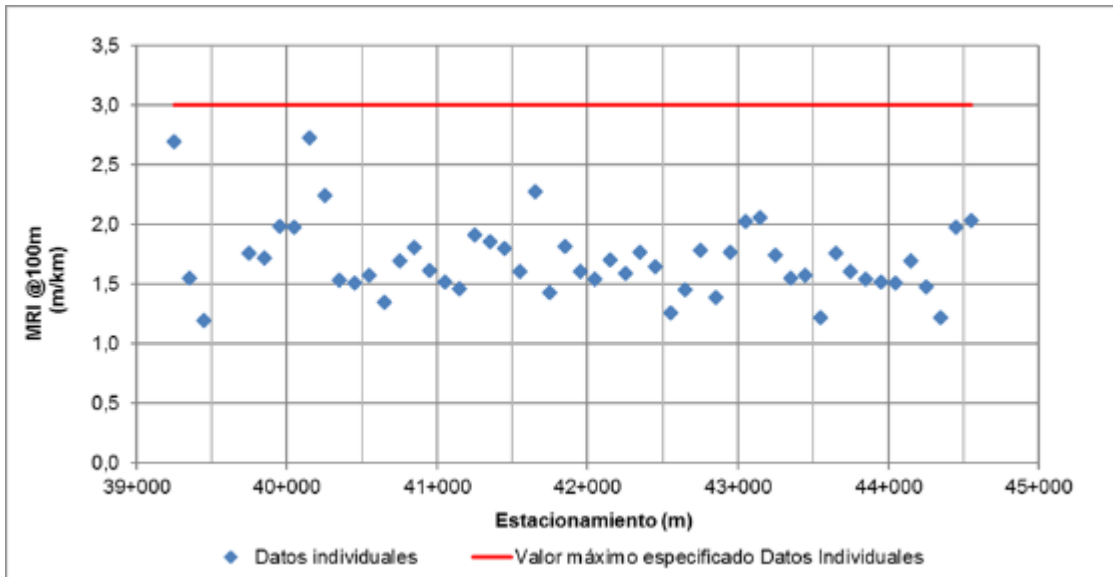


Figura 2. Valores individuales de IRI cada 100 m, carril externo sentido Abundancia-Florencia. Fuente: LanammeUCR.

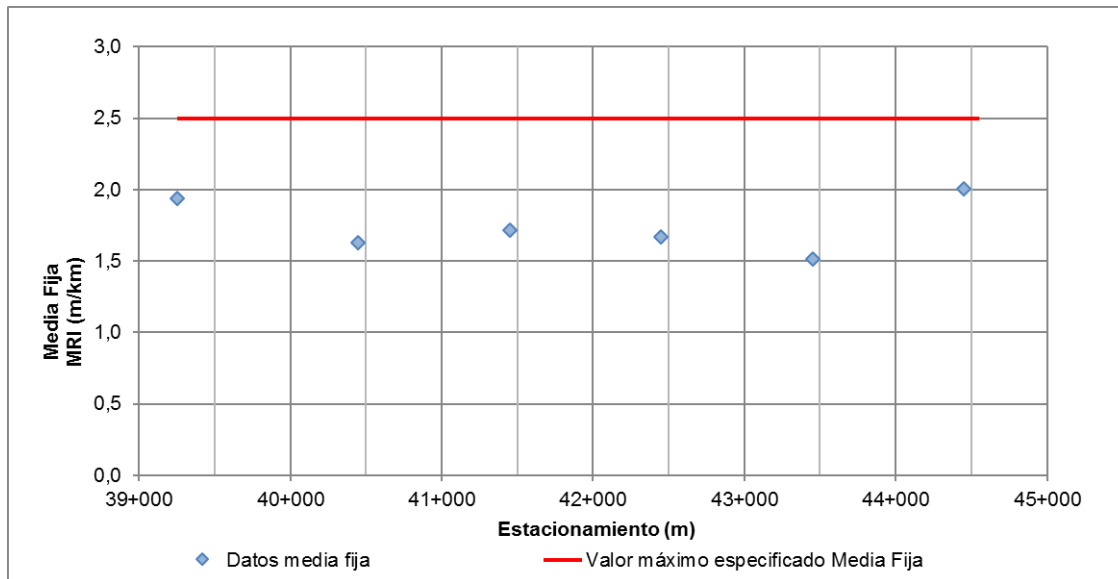


Figura 3. Valores de media fija de IRI cada 100 m, carril externo, sentido Abundancia-Florencia. Fuente: LanammeUCR.

En el carril interno, en el sentido Abundancia-Florencia, se obtuvo un valor de IRI promedio de 1,5 m/km y fue medido entre los estacionamientos 39+250 m y 44+590 m, con una longitud efectiva evaluada de 5140 m, debido a la presencia de eventos (ver Tabla 3), los



cuales cuentan con la distribución de valores individuales de IRI mostrada en la Figura 4; para los cuales se obtuvieron 6 valores de media móvil con un promedio de 1,6 m/km.

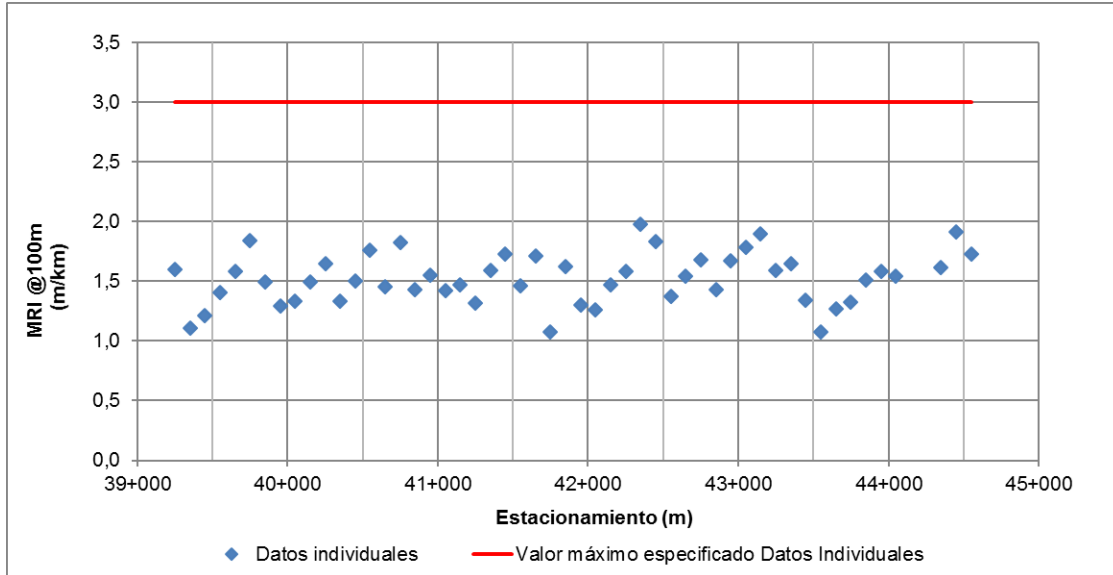


Figura 4. Valores individuales de IRI cada 100 m, carril interno, sentido Abundancia-Florencia. Fuente: LanammeUCR

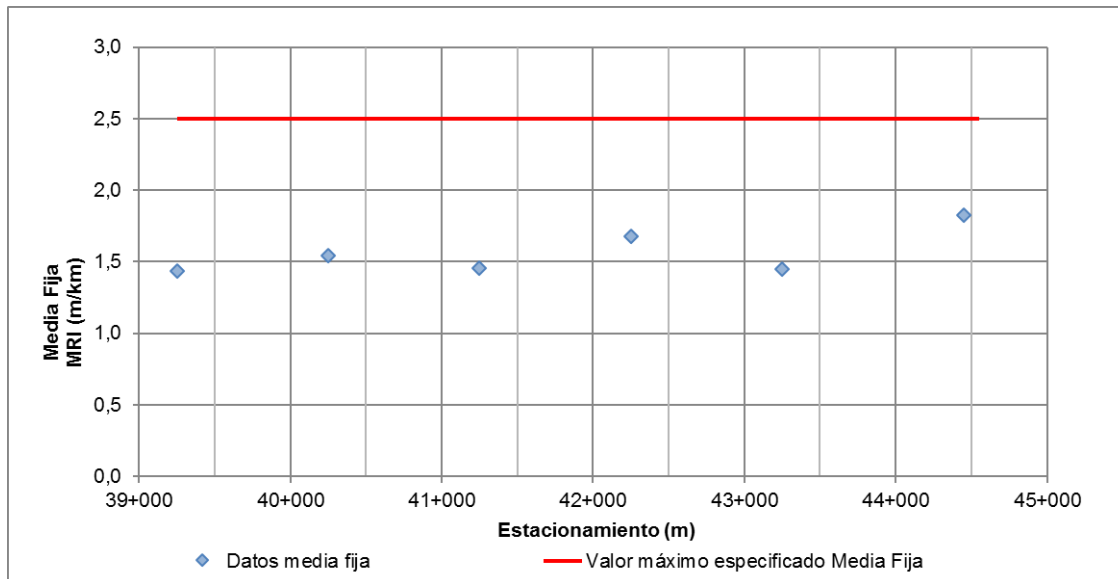


Figura 5. Valores de media fija de IRI cada 100 m, carril interno, sentido Abundancia-Florencia. Fuente: LanammeUCR

Tal y como se observa en las figuras anteriores, en ambos carriles de circulación del sentido Abundancia-Florencia, se tienen valores individuales de IRI por debajo del valor máximo



especificado en el CR-2010, comportamiento que se da de forma análoga en el análisis de medias fijas con respecto a la especificación indicada en los términos de referencia del proyecto.

- **Sentido Florencia-Abundancia**

En el sentido Florencia-Abundancia, para el carril externo se registraron valores individuales con un IRI promedio de 1,6 m/km con una base de medición de 100 m, entre los estacionamientos 39+250 y 44+550, con una longitud evaluada efectiva de 4600 m, en los cuales los valores variaron tal y como se observa en la gráfica de la Figura 6. Con respecto a la comparación de media fijas, se obtuvieron 5 tramos aplicables para media móvil, esto debido a la presencia de eventos (ver Tabla 3), con un valor promedio de 1,7 m/km, que se encuentra por debajo del valor máximo aceptable que establece el CR-2010, según se observa en la Figura 7.

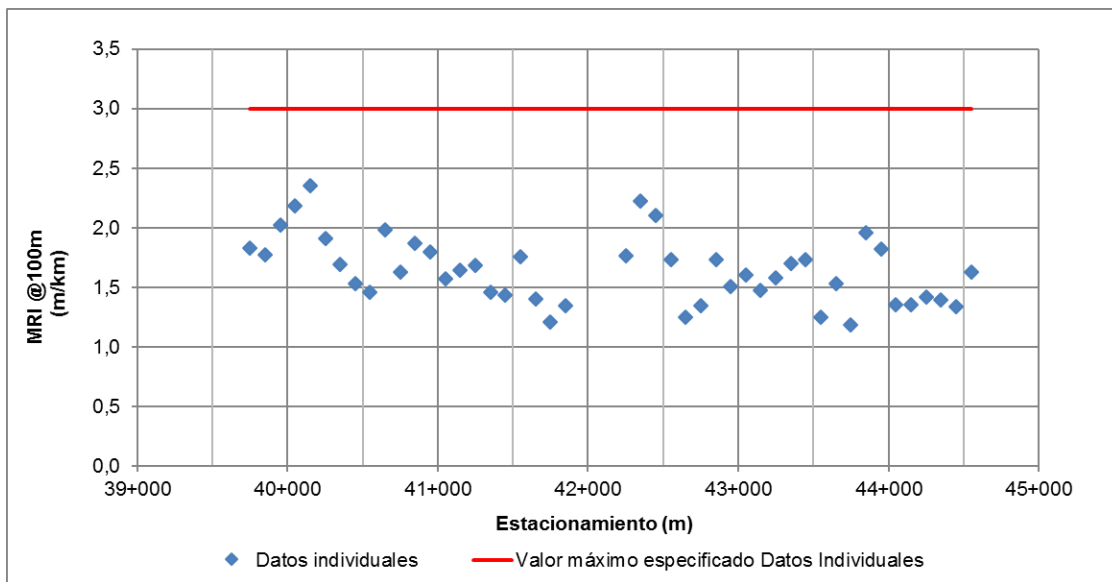


Figura 6. Valores individuales de IRI cada 100 m, carril externo, sentido Florencia –Abundancia.
Fuente: LanammeUCR.

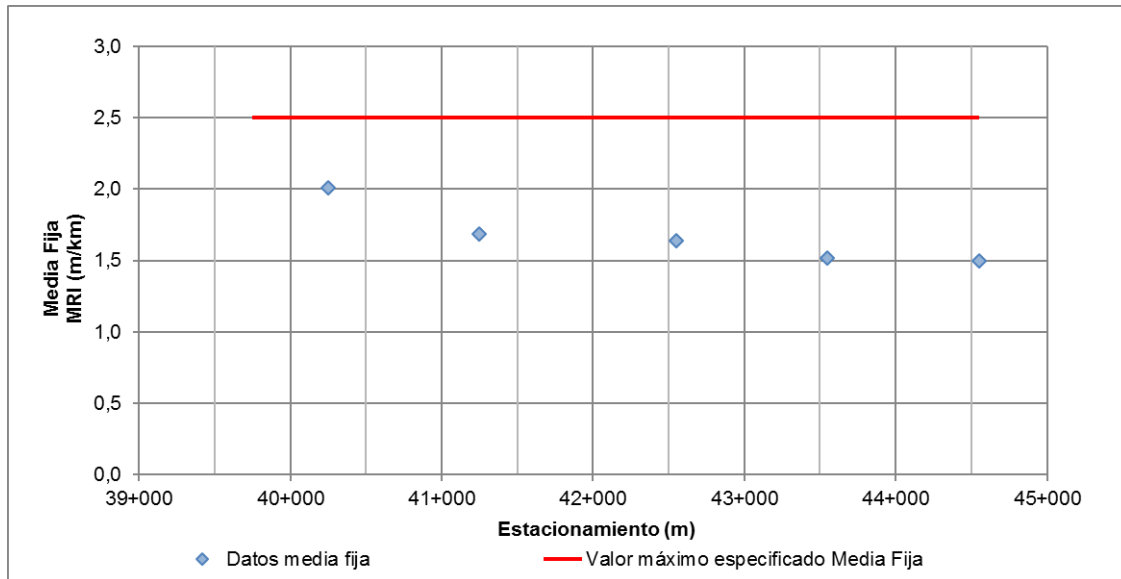


Figura 7. Valores de media fija de IRI cada 100 m, carril externo, sentido Florencia – Abundancia.
Fuente: LanammeUCR.

Al realizar el análisis de los datos obtenidos en sentido Florencia-Abundancia, para el carril interno entre los estacionamientos 39+260 y 44+600 m, se obtuvo una longitud efectiva evaluada de 5340 m, para los cuales se obtuvo un valor de IRI promedio de 1,6 m/km con una base de medición de 100 m. La distribución de los valores individuales se muestra en la gráfica de la Figura 8. Mientras en el caso de media móvil se obtuvieron 6 valores con promedio de 1,6 m/km, valor menor al 2,5 m/km que se establece en el CR-2010, como se muestra en la Figura 9.

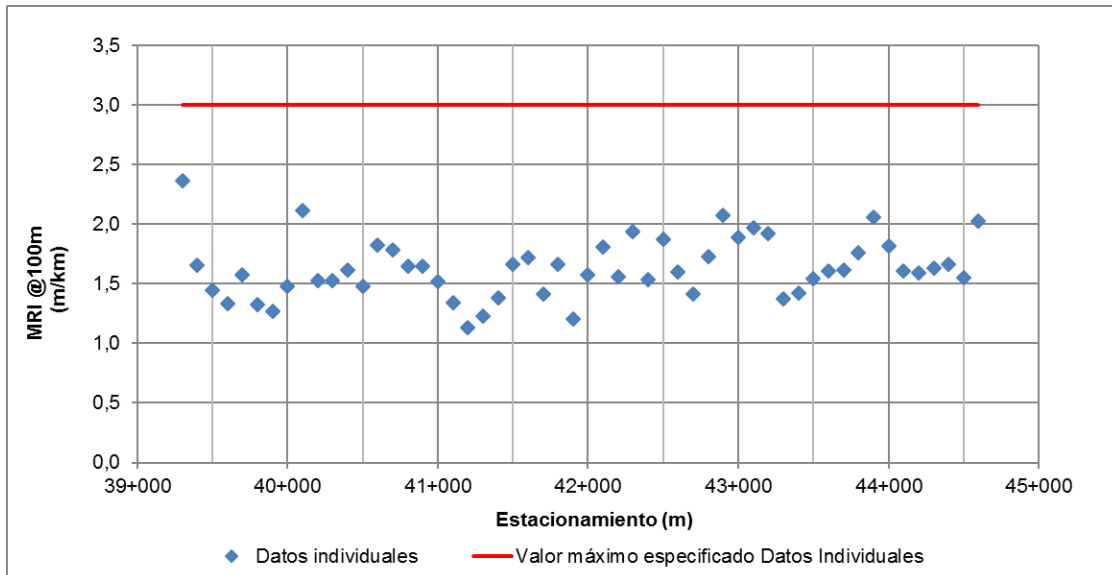


Figura 8. Valores individuales de IRI cada 100 m, carril interno, sentido Florencia-Abundancia.
Fuente: LanammeUCR.

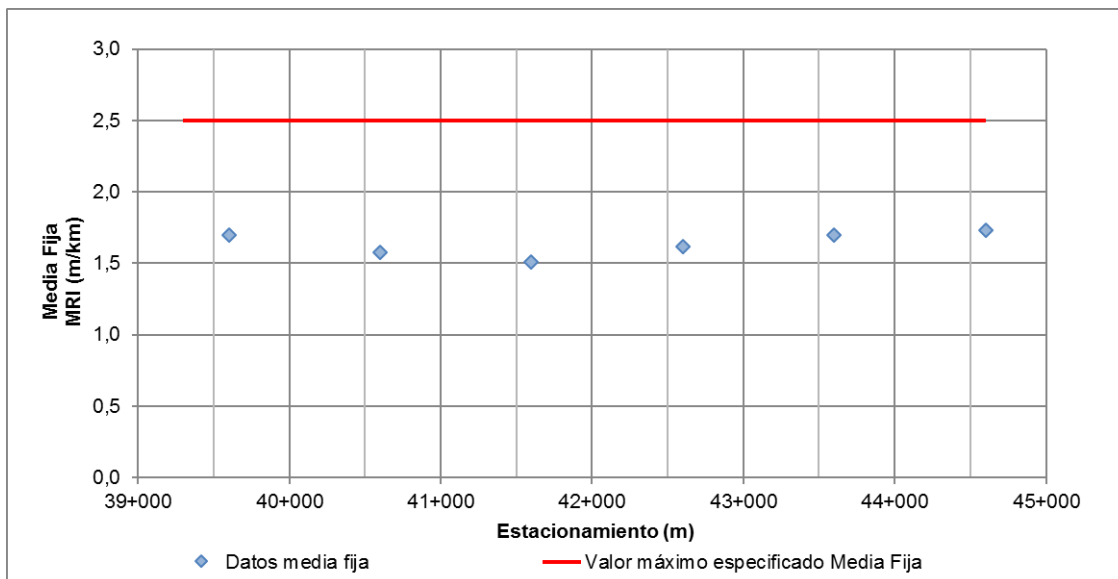


Figura 9. Valores de media fija de IRI cada 100 m, carril interno, sentido Florencia – Abundancia.
Fuente: LanammeUCR.

Asimismo, durante el proceso constructivo de las capas de la estructura de pavimento, el equipo auditor dio seguimiento a la regularidad de las capas inferiores de la estructura en algunos tramos, específicamente a las capas de base estabilizada con cemento y capa intermedia de mezcla asfáltica con el fin de evidenciar la calidad del proceso constructivo.



Por ejemplo, los días 23 de febrero y 28 de mayo de 2018, se realizó la medición del perfil longitudinal de la primera y segunda capa de mezcla asfáltica colocada en la Carretera Abundancia-Florencia. Los resultados fueron informados a la Unidad Ejecutora en el oficio LM-PI-AT-017-2018 del 25 de abril de 2018 (recibido 27-04-2018), en las siguientes secciones:

- 42+400 m a 43+900 m: los 2 carriles en sentido Abundancia-Florencia.
- 44+400 m a 42+400 m: el carril interno en sentido Florencia-Abundancia.

El análisis de comparación entre los valores de IRI obtenidos para la primera y la segunda capa de mezcla asfáltica en los tramos evaluados, se tomó como referencia un porcentaje de cambio en cada segmento de 100 metros, calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cambio} = \left[\frac{(IRI \text{ Capa intermedia} - IRI \text{ Capa final})}{IRI \text{ Capa final}} \right] \times 100 \quad (1)$$

Al realizar el análisis de los datos obtenidos para 1era. y 2da. capa de mezcla asfáltica en sentido Abundancia-Florencia, para el carril externo entre los estacionamientos 42+400 m y 43+900 m, se obtuvo una longitud efectiva evaluada de 1000 m, con porcentaje de cambio promedio de 46,5%. En el carril interno entre los estacionamientos 42+400 m y 43+900 m, con una longitud efectiva evaluada de 1500 m, el porcentaje de cambio promedio obtenido de 46,7%, muy similares a los obtenidos para el carril externo (ver Figura 10).

En sentido, Florencia-Abundancia, se realizó el análisis comparativo únicamente para el carril interno, entre los estacionamientos 42+200 y 44+400, con una longitud evaluada efectiva de 1900 m, en los cuales los valores de IRI variaron tal y como se observa en la gráfica de la Figura 11, con un promedio de mejora del 40,6% al colocar la capa final.

Cabe destacar que durante las visitas realizadas por parte el equipo auditor al proyecto se pudo evidenciar la incorporación de controles para medir el nivel de la superficie durante la colocación de las capas de mezcla asfáltica. Por ejemplo, en la colocación de la capa final de rodadura se observó el uso de un accesorio láser en la pavimentadora para el control de niveles.

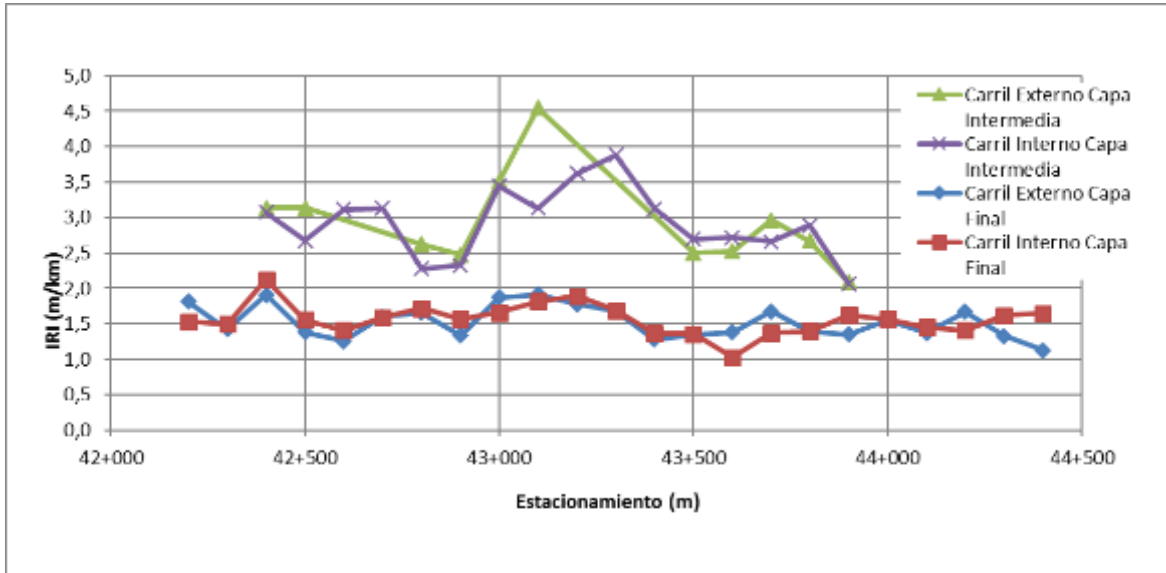


Figura 10. Comparación de IRI @ 100 m entre las capas intermedias y final de un tramo de carriles, sentido Abundancia-Florencia.

Fuente: LanammeUCR

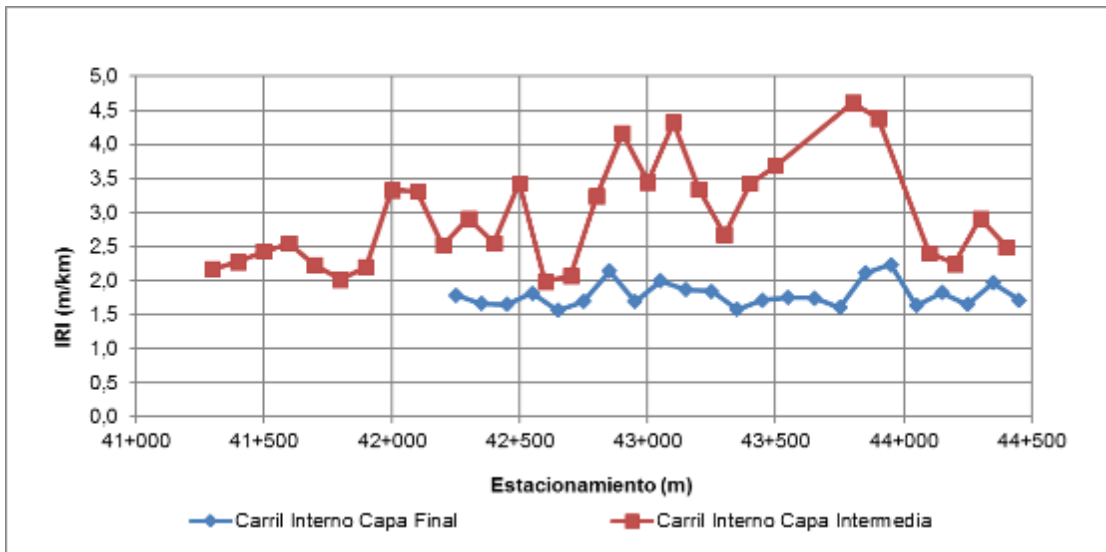


Figura 11. Comparación de IRI @ 100 m entre las capas intermedias y final de un tramo del carril interno, sentido Florencia-Abundancia.

Fuente: LanammeUCR

En conclusión, el análisis realizado por el LanammeUCR con los valores medidos en campo para el proyecto y los límites de especificación aceptables definidos en el CR-2010, permite concluir que la sección evaluada no excede los límites permitidos para el proyecto, tanto para valores individuales como para media móvil, por lo que el riesgo de afectación al



desempeño y los costos del proyecto específicamente por efecto de incumplimientos de regularidad es mínimo. Se evidenció que la Unidad Ejecutora no definió oficialmente las singularidades aprobadas para evaluar el cumplimiento de la especificación, los resultados obtenidos por los laboratorios de Autocontrol y Verificación, considerando las singularidades definidas por cada uno de ellos mostradas en sus informes, muestran resultados similares a los obtenidos por el LanammeUCR, a pesar de que en el análisis realizado por el equipo auditor no se evidencia la presencia de cambios en el perfil longitudinal que justifiquen la consideración de singularidades, por lo que se concluye que existe una debilidad técnica en cuanto a la definición de los parámetros de la especificación por parte de la Unidad Ejecutora.

Hallazgo No.2. Del análisis del cuenco de deflexiones verticales realizado se evidencia un riesgo potencial bajo por efecto de la rigidez estructural de las capas de la estructura de pavimento.

En el análisis de deflexiones del pavimento se evidencia que en las capas intermedias de base estabilizada y subbase granular, se agrupan con mayor frecuencia en la condición “Regular”, según los criterios utilizados por esta auditoría técnica para evaluar un pavimento recién construido, esta condición no es de recibo en un pavimento recién construido.

Se realizó la evaluación estructural del pavimento colocado en el proyecto por medio del ensayo de deflectometría de impacto (FWD) en ambos carriles del tramo recién construido. El informe de ensayo con los resultados es el I-1165-18, la evaluación fue realizada el 28 de agosto de 2018. La estructura colocada en el proyecto corresponde a 130mm de capa asfáltica de rueda, 250mm de base estabilizada y 300mm de subbase. Es importante acotar que, del espesor total de la capa de mezcla asfáltica, la parte superior o capa de rodadura (70mm mínimo) corresponde a una capa asfáltica modificada con polímero y el resto del espesor (60 mm mínimo) corresponde a la capa intermedia hecha de mezcla asfáltica modificada.

Con el fin de evaluar el estado de rigidez de las capas se realizó un análisis del cuenco de deflexiones por medio de los indicadores SCI (BLI), BDI (MLI) y BCI (LLI). Para esto se detallan algunas definiciones.

- **Deflexión máxima (D0):** este parámetro refleja el aporte a nivel de deflexiones de todas las capas del pavimento (Saleh F., 2016b) y la condición de la subrasante; Ullidtz (1987).
- **Radio de curvatura (RoC):** El radio de curvatura depende del aporte estructural de las capas superiores y medias del pavimento (capa asfáltica, base y subbase).

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 28 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



$$R_0C = \frac{(L)^2}{2d_0 \left(1 - \frac{d_L}{d_0}\right)} \quad (2)$$

Donde:

R_0C =Radio de curvatura en metros

L =Distancia medida desde el centro de aplicación de la carga; 127 mm en el medidor de curvatura de Dehlen (1962a) y 200 mm para FWD

d_0 =Deflexión en mm a la distancia 0 desde el centro de aplicación de la carga

d_L =Deflexión en mm a la distancia L desde el centro de aplicación de la carga

- **SCI (BLI): indicador de curvatura superficial (SCI, por sus siglas en inglés):** este indicador específicamente caracteriza la capacidad estructural tanto de la capa ligada (asfáltica) como de la capa de base de la estructura de pavimento entre los 0 mm y 300 mm de profundidad (Horak, 1987).

$$SCI = d_0 - d_1 \quad (3)$$

Donde:

SCI=Indicador de curvatura superficial.

d_0 , d_1 =deflexiones en mm medidas a la distancia 0 y 300 mm respectivamente, desde el centro de aplicación de la carga.

- **BDI (MLI) indicador de daño base (BDI, por sus siglas en inglés):** Este indicador caracteriza la rigidez de la parte intermedia o de inflexión de la estructura de pavimento, contenida entre los 300 mm y 600 mm medidos desde el punto de aplicación de la carga, (Horak, 2008; Talvik & Aavik, 2009).

$$BDI = d_1 - d_2 \quad (4)$$

Donde:

BDI=Indicador de daño base.

d_1 , d_2 =deflexiones en mm medidas a la distancia 300, 600, mm respectivamente, desde el centro de aplicación de la carga.

- **BCI (LLI) indicador de curvatura base (BCI, por sus siglas en inglés):** encargado de presentar la rigidez de la parte inferior del pavimento, específicamente en la subrasante considerando la diferencia de deflexión entre la distancia de 600 mm y 900 mm. Horak (2008), Talvik y Aavik (2009), Kilaeski y Anani (1982).



$$BCI = d_2 - d_3 \quad (5)$$

Donde:

BCI=Indicador de curvatura base.

d_2 y d_3 =deflexiones en mm medidas a la distancia 600 y 900mm respectivamente, desde el centro de aplicación de la carga.

La metodología de análisis de la condición de estructuras considerando parámetros de deflexión propuesta por Horak (2008) y según Camacho-Garita, et al (2018), permite apreciar la evolución de la condición de las estructuras a lo largo de toda la vida útil, como se evidenció en un tramo experimental del PaveLab (Laboratorio de Pavimentos) del LanammeUCR, utilizando la fosa de ensayo con humedad incluida.

De acuerdo con lo anterior la evaluación de las capas del pavimento en función de los indicadores descritos se muestra de la siguiente forma:

Tabla 4 Espesores de pavimento construidos en el proyecto

Capa	Espesor* (mm)	Profundidad (mm)	Indicador de cuenco de deflexión
Carpeta asfáltica (MAC)	130	0 a 130	BLI (0 mm y 300 mm)
Base estabilizada (BE)	250	130 a 380	BLI (0 mm y 300 mm)
Subbase granular (SBG)	300	380 a 680	MLI (300 mm y 600 mm)
Soporte (SR)	Variable	680 y mayor	LLI (600 mm y 900mm)

(*) Según diseño de espesores del proyecto tomado del documento "Informe de Pavimento Julio 2015 adjunto al oficio UE-DCFQ-025-2018-124 de fecha 26 de julio de 2018" y el Cartel de Licitación del proyecto, Sección VI. Requisitos de las Obras"

Consecuentemente, el efecto de la rigidez de la capa de mezcla asfáltica se verá reflejado en el BLI, la rigidez combinada de la capa de mezcla asfáltica y la base estabilizada se observará en BLI, en MLI las capas intermedias de base estabilizada y subbase granular, y por último la capa de soporte (relleno) en LLI.

La Tabla 5 presenta una clasificación de la condición estructural para pavimentos con base estabilizada con cemento en función de los indicadores descritos anteriormente, la cual fue presentada por Horak (2008) junto con otras clasificaciones para otros dos tipos de capa de base.



Tabla 5. Clasificación de la condición estructural considerando los parámetros de cuencos de deflexión para pavimentos con base estabilizada.

	Clasificación de condición estructural	Parámetros del cuenco de deflexión				
		D ₀ (μm)	R ₀ C (m)	BLI (μm)	MLI (μm)	LLI (μm)
Base estabilizada con cemento	Buena	<200	>150	<100	<50	<40
	Regular	200-400	80-150	100-300	50-100	40-80
	Severa	>400	<80	>300	>100	>80

Fuente: Horak, 2008

Los carriles evaluados se identifican con las letras desde “A” hasta la “D” según se indica en la Tabla 6, así como un resumen de los resultados obtenidos, en términos de la frecuencia de valores medidos para cada rango.

El valor de la deflexión D₀ fue corregido por temperatura utilizando como referencia la zonificación climática establecida por Orozco (2007). La ubicación del proyecto se situó en la zona “Norte”, cuyas características principales son alta cantidad de días de lluvia en el año, elevado promedio de precipitación, saturación de los suelos producto del exceso de precipitación y baja temperatura, topografía irregular, potencial de deslizamientos, presencia de neblina durante un alto porcentaje del tiempo y una temperatura ambiental promedio de 24 °C.

Tabla 6. Resumen de resultados de indicadores del cuenco de deflexiones.

Parámetro	Sentido	Abundancia-Florescencia		Florescencia-Abundancia	
	Identificación	A	C	D	B
	Carril	Externo	Interno	Interno	Externo
D ₀ (μm)	<200	97%	80%	96%	79%
	200-400	3%	20%	4%	21%
	>400	0%	0%	0%	0%
R ₀ C (μm)	>150	100%	100%	100%	100%
	80-150	0%	0%	0%	0%
	<80	0%	0%	0%	0%
BLI (μm)	<100	100%	100%	100%	100%
	100-300	0%	0%	0%	0%
	>300	0%	0%	0%	0%
MLI (μm)	<50	97%	71%	92%	69%
	50-100	3%	28%	8%	31%
	>100	0%	1%	0%	0%
LLI (μm)	<40	100%	98%	100%	100%
	40-80	0%	2%	0%	0%
	>80	0%	0%	0%	0%

Fuente: LanammeUCR

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 31 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------

En la Figura 12 y la Tabla 6 anterior, se muestran los resultados obtenidos para el indicador D_0 que evalúa la rigidez de la totalidad del paquete estructural colocado y su ubicación a lo largo del proyecto. En términos generales se obtuvieron con mayor frecuencia valores en el rango de condición “Buena”. Sin embargo, se observa que en el carril interno (C) del sentido Abundancia-Florencia y el carril externo (B) del sentido contrario muestran una condición de rigidez global de la estructura menor en comparación con los demás carriles. Específicamente, el carril (C) presenta valores en la condición regular de un 20% y en el externo (B) del sentido Florencia-Abundancia de un 21%.

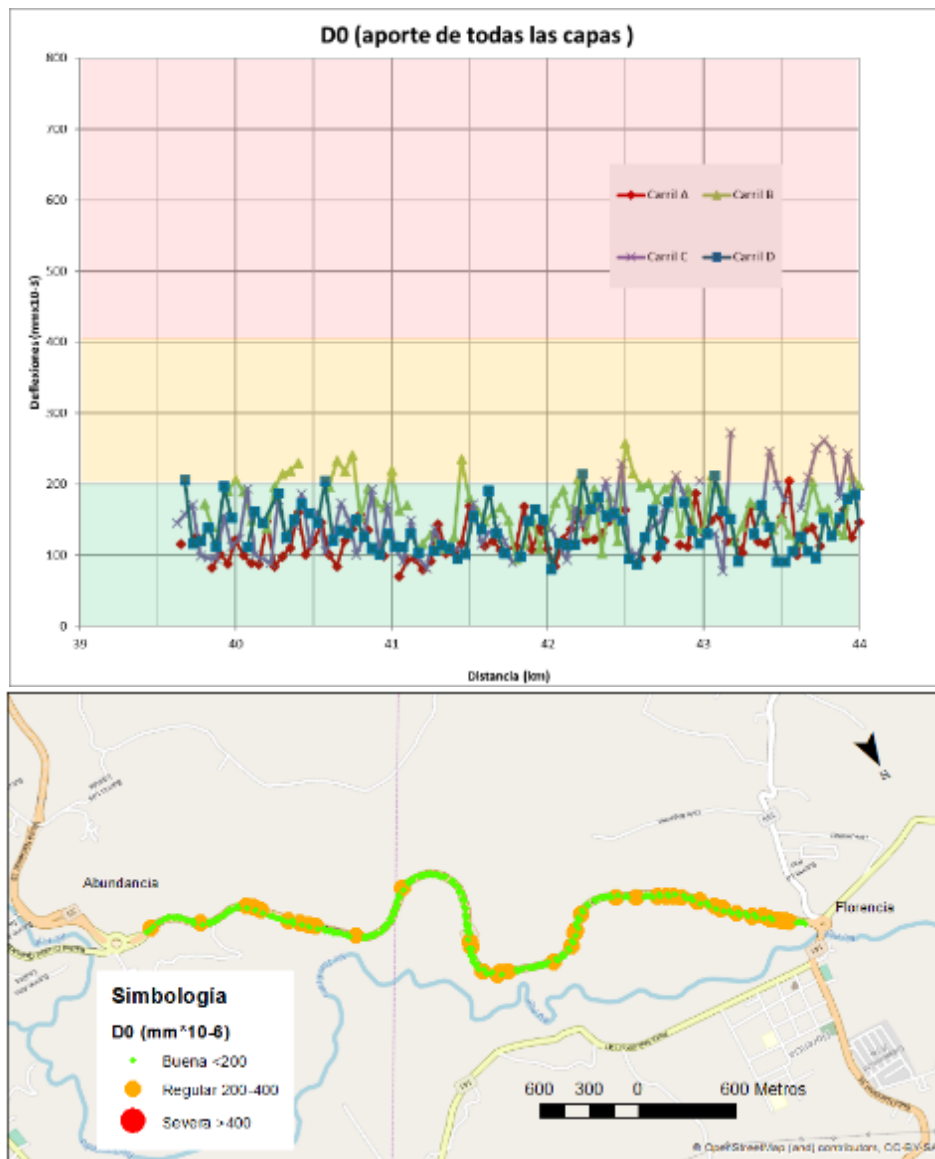


Figura 12. Resultados del indicador de condición estructural de la capa superficial D_0 .

Fuente: Informe de ensayo I-1165-18, LanammeUCR

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 32 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------

La Figura 13 y la Tabla 6 muestran los valores del indicador (BLI) agrupados por categoría, para la capa de mezcla asfáltica y parte de la base estabilizada. Según las categorías de condición de la Tabla 6, se evidencia que para las condiciones del ensayo los valores se encuentran agrupados en la condición de rigidez “Buena” para todos los carriles evaluados. Sin embargo, se observa que el carril (B) muestra algunos puntos en la categoría “Regular”.

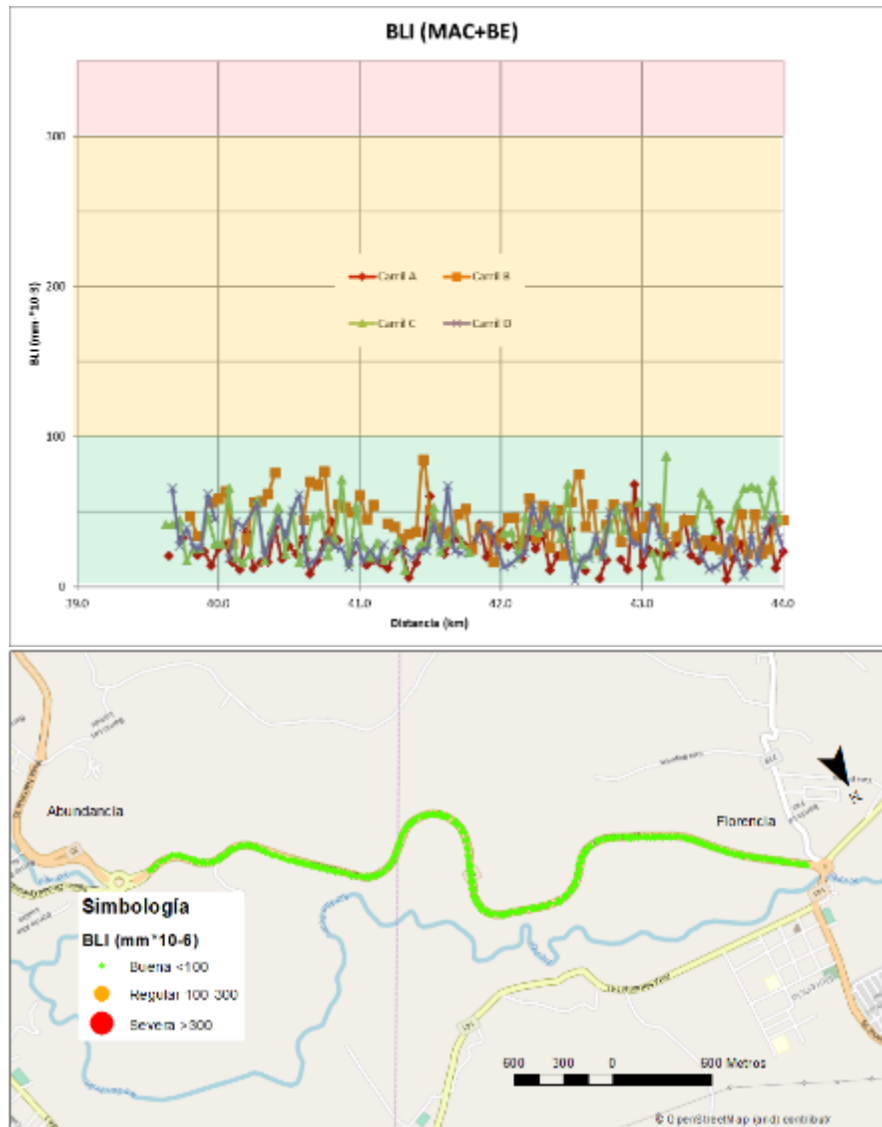


Figura 13. Resultados del indicador de condición estructural de las capas de mezcla asfáltica y base estabilizada (BLI).

Fuente: Informe de ensayo I-1165-18, LanammeUCR

En la Figura 14 y la Tabla 6 se muestran los resultados del indicador (MLI) de deflexiones para las capas intermedias de la estructura de base estabilizada con cemento y la subbase

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 33 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



granular. En general, se evidencia que las condiciones de rigidez en esta zona de la estructura se agrupan con mayor frecuencia en la condición “Buena”. La condición de rigidez de las capas intermedias disminuye en el carril interno (C) del sentido Abundancia-Florencia y en el carril externo (B) del sentido Florencia-Abundancia, donde la frecuencia en la categoría “Buena” disminuyó y en consecuencia se obtuvo un 28% y un 31% de las deflexiones en la categoría “Regular”. En el mapa de la Figura 14 se observa la distribución de los valores a lo largo del proyecto, es posible observar que las condiciones de menor rigidez en esta zona se dan a lo largo de todo el proyecto.

En la Figura 15 y Tabla 6 se muestran los resultados del indicador de deflexiones para la capa de soporte (LLI). Los resultados evidencian que las condiciones de esta sección de la estructura del pavimento se mantienen con mayor frecuencia en el rango “Bueno” de rigidez en esta zona de la estructura construida para todos los carriles. No obstante, en el carril interno (C) del sentido Abundancia-Florencia se agrupa un 2% de los datos en la condición “Regular”.

La Figura 16 y la Tabla 6 muestran los resultados del indicador de “Radio de curvatura” para cada uno de los carriles construidos. Se evidencia que todos los carriles muestran valores de radio de curvatura en la categoría de condición “Buena”. Es importante recordar que entre mayor sea el radio de curvatura, mayor es la rigidez global de la estructura en términos de deformabilidad potencial.

En las capas intermedias de la estructura de pavimento construida en el proyecto se encontró evidencia de que su rigidez es menor que la establecida en el diseño teórico de espesores. Específicamente, esta condición se evidenció en las capas de material de base estabilizada y subbase granular del carril interno del sentido Abundancia-Florencia y el carril externo del sentido contrario, donde se presentan las condiciones de menor de rigidez que no son propias de un pavimento recién construido. En consecuencia, existe el riesgo potencial de que el aporte estructural de estas capas sea menor y el desempeño esperado de la estructura nueva pueda ser menor que la definida en el diseño del pavimento aprobado por la Administración.

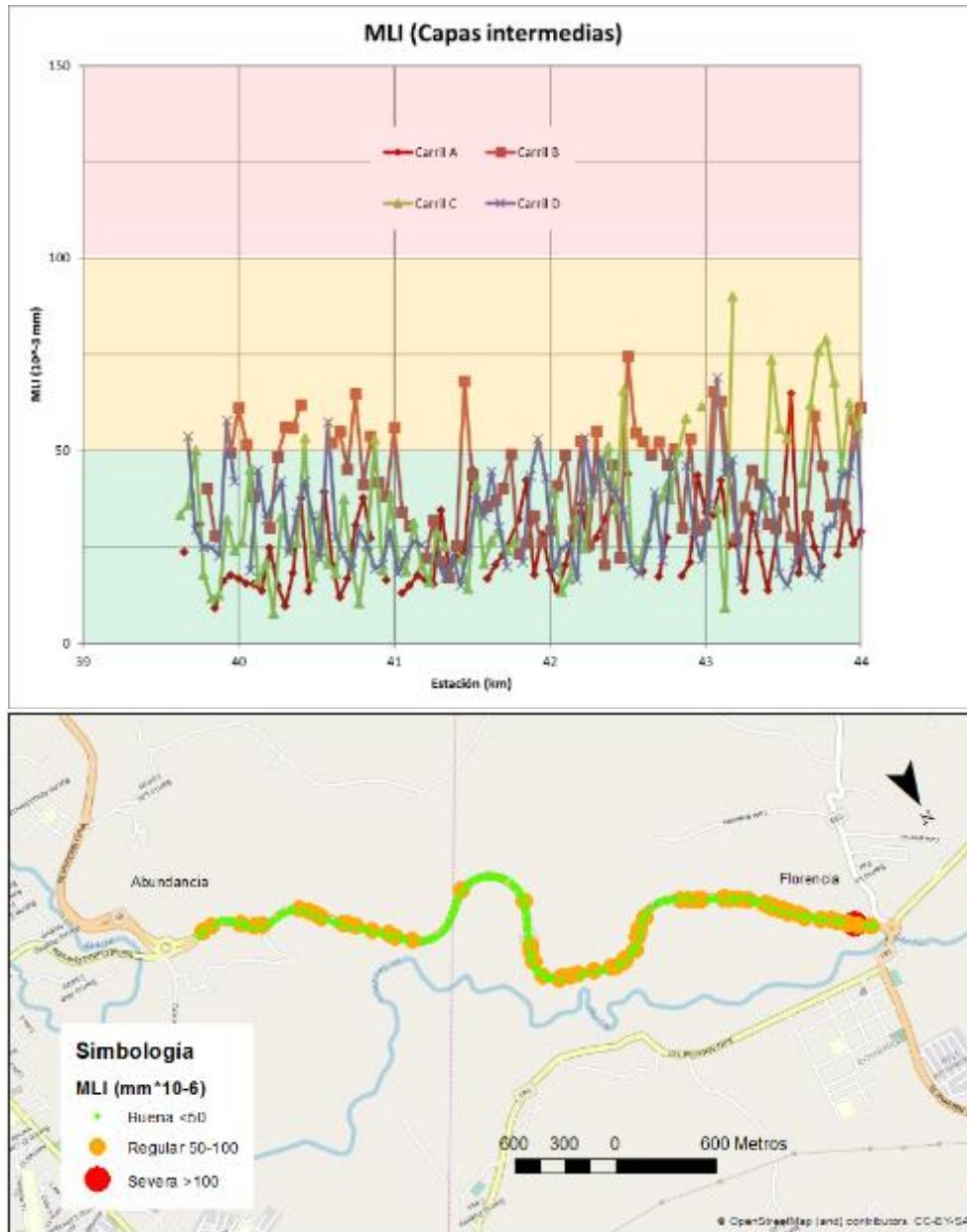


Figura 14. Resultados del indicador de condición estructural de las capas intermedias MLI.
Fuente: Informe de ensayo I-1165-18, LanammeUCR

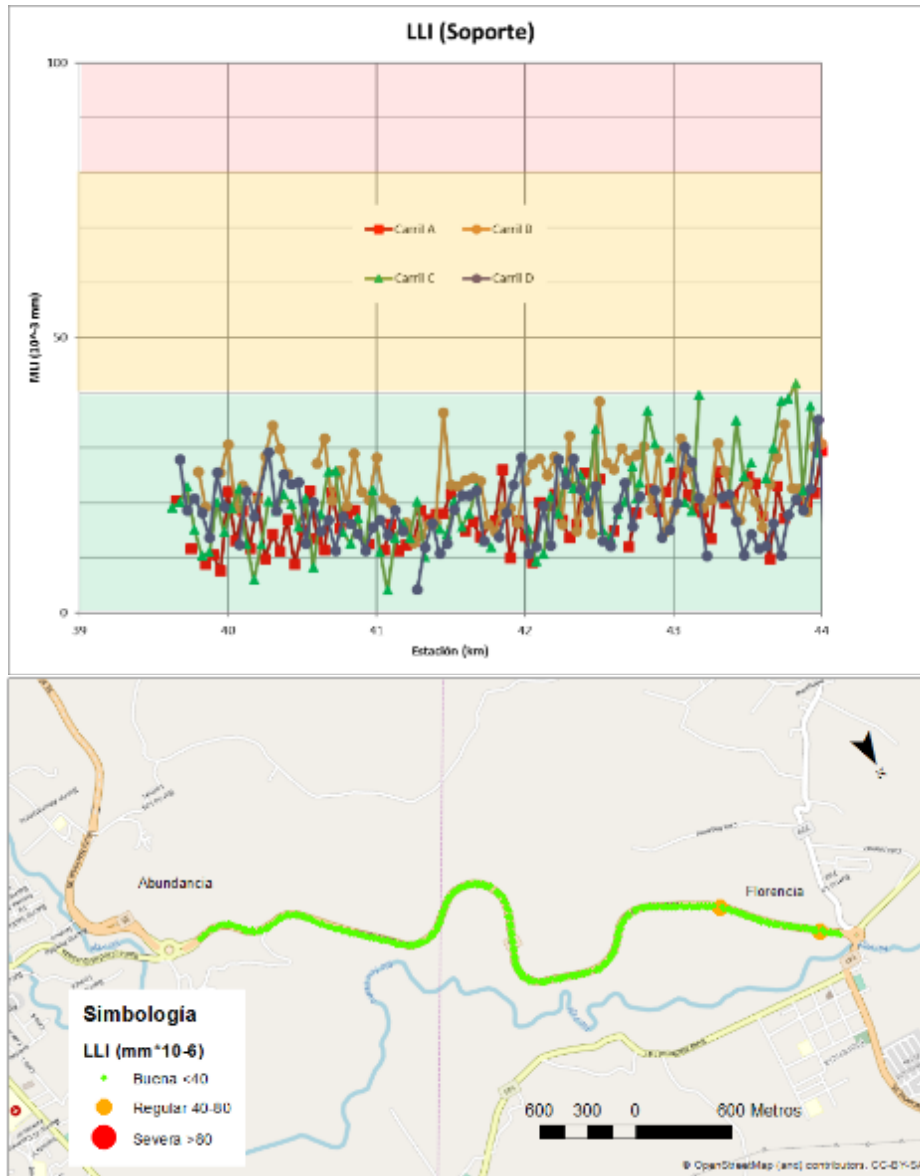


Figura 15. Resultados del indicador de condición estructural de la capa de soporte LLI.
Fuente: Informe de ensayo I-1165-18, LanammeUCR

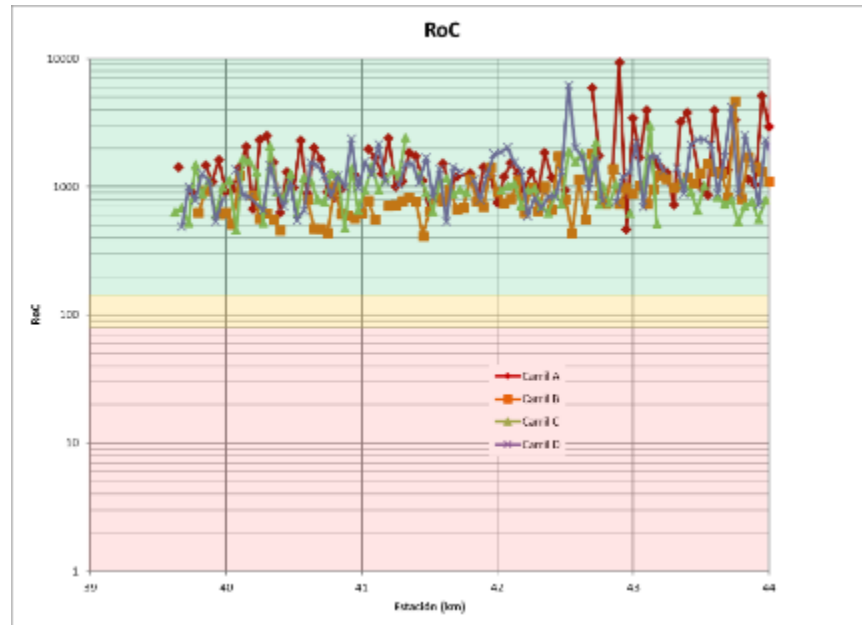


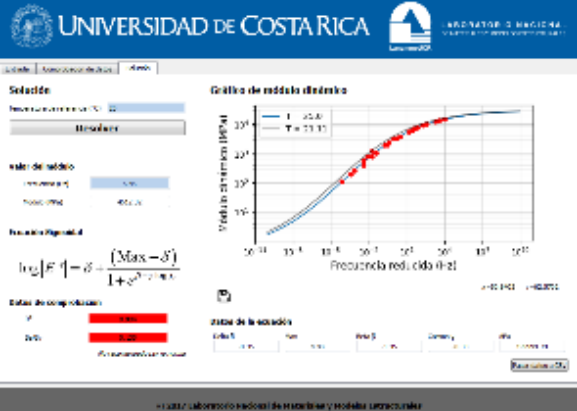
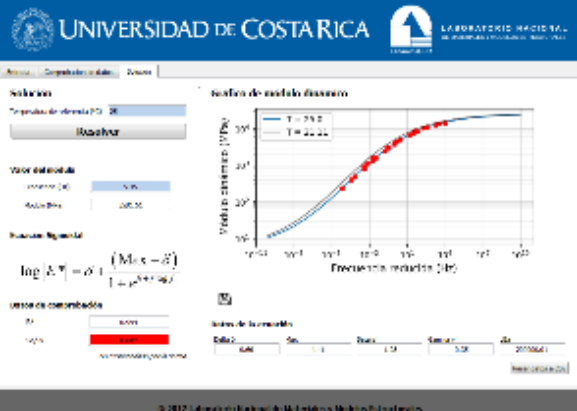
Figura 16. Resultados del indicador de condición estructural de radio de curvatura (RoC).
Fuente: Informe de ensayo I-1165-18, LanammeUCR

Se realizó un análisis adicional a la estructura de pavimentos que consistió de un retrocálculo de módulos y el análisis de fatiga de la estructura construida a partir de los resultados del informe de ensayo I-1165-18. El objetivo del análisis es determinar el módulo resiliente de las capas que componen la estructura del proyecto mediante el análisis de retrocálculo de módulos. Se utiliza el programa ELMOD © para efectuar el análisis indicado. Para efectos del modelado de la estructura en el software indicado se introduce el concepto de módulo de capa. Dicho concepto se refiere al módulo de un material producto de estudios de campo llevados a cabo con el deflectómetro de impacto (FWD), por lo cual se determina de una mejor manera el comportamiento *in situ* de los materiales que componen la estructura de pavimento.



A partir de los resultados del ensayo de módulo dinámico para las capas intermedia y de ruedo de los informes I-0316-18 y I-879-18, se determinó por medio de aplicación PITRA-ImoDin (versión 2018) para cada una de las capas de mezcla asfáltica la curva maestra y el módulo dinámico de laboratorio para las condiciones de referencia del proyecto (Taire = 25°C, f = 5,45 Hz). En la Tabla 7, se observan los valores obtenidos de módulo dinámico para ambas capas y el módulo promedio. Al comparar los resultados de las muestras ensayadas se observa un aumento del módulo dinámico en la capa asfáltica modificada con polímero.

Tabla 7. Resultados de ensayo de módulo dinámico según ensayos del LanammeUCR

Capa	Resultado
<p>Intermedia 4612,32 MPa (668.961 psi)</p>	
<p>Rodadura 5581.61 MPa (809.544 psi)</p>	
<p align="center">MDcombinado: 5247 MPa (761.013 psi)</p>	

Fuente: Informes de ensayo I-0316-18 y I-879-18. LanammeUCR



Teóricamente, el proceso de retrocálculo de módulos asume una serie de suposiciones que hacen posible el cálculo de las propiedades mecánicas de cada capa. Supuestos como materiales homogéneos, isotrópicos, continuos, con comportamiento dentro del rango elástico - lineal, todo lo anterior bajo el marco de una superficie semi-infinita son básicos de la teoría de multicapa elástica. Sin embargo, en muchas ocasiones estos supuestos distan de una condición real, por lo que estadísticamente existirá variabilidad en los resultados. En este sentido, para incluir esta variabilidad, en este informe se reportarán los siguientes resultados:

- Módulo promedio
- Desviación estándar
- Percentil 16 del módulo retrocalculado, el cual es el que es considerado como el módulo final característico de cada capa

Los resultados promedio obtenidos se muestran en la Tabla 8 donde se comparan los resultados promedio obtenidos en comparación con los módulos teóricos utilizados en el diseño de espesores de AASHTO 93.

Tabla 8. Comparación de resultados del retrocálculo de módulos.

Módulo	MAC (MPa)	BE (MPa)	SBG (MPa)	Relleno (MPa)	MAC (psi)	BE (psi)	SBG (psi)	Relleno (psi)
Teórico de diseño	3206	4275	103	52	465000	620000	15000	7500
Retrocalculado Promedio	5111	1640	370	105	741241	237836	53633	15293
Percentil 16	3636	733	237	71	527292	106382	34416	10260

Fuente: LanammeUCR

En términos generales, se observa de los valores de módulos retrocalculados de la Tabla anterior:

- Bajo módulo resiliente de la capa de base estabilizada con cemento (BE) en comparación con el módulo teórico de la Guía de Diseño AASHTO 93 (ver Figura 2.8 de la Guía) como consecuencia de la alta variabilidad observada en los valores de módulo resiliente retrocalculado de la capa de base estabilizada (BE-25) en todos los carriles construidos.
- Las capas de sub-base granular (SBG) y soporte muestran menor variabilidad en los carriles construidos y un mayor módulo resiliente que el definido en el diseño de espesores.
- Las capas de mezcla asfáltica modificada y convencional (MAC) alcanzan un módulo retrocalculado promedio mayor al asumido en el diseño de espesores, pero se mantiene por debajo del módulo dinámico promedio obtenido en laboratorio por el LanammeUCR.



- En la revisión de los espesores realizada por el contratista, realizada en el documento identificado como Informe de Pavimentos Julio 2015, remitido por la Unidad Ejecutora en el oficio UE-DCFQ-025-2018-124, de fecha 26 de julio de 2018, remitido como respuesta a oficio LM-AT-95-18, se toma como valor de módulo resiliente de la capa de mezcla asfáltica un valor de 620.000 psi (427 MPa). Para la escogencia del mismo no se realiza un análisis mecánico empírico de la estructura solicitada, ni una verificación del módulo resiliente que puede alcanzar el material diseñado como base estabilizada.

En la Tabla 10 se muestran los resultados del análisis de fatiga realizado con la respuesta del pavimento en los puntos críticos de la estructura obtenidos del análisis mecánico-empírico realizado a la estructura con los módulos retrocalculados (percentil 16) y los espesores del diseño teórico de pavimentos. En este caso, se aplican una serie de criterios de fatiga utilizados por este Laboratorio para evaluar el riesgo de falla por fatiga de la estructura en los puntos críticos definidos en la Tabla 9.

Tabla 9. Puntos de evaluación de las respuestas de la estructura de pavimento.

Punto	Profundidad (mm)	Detalle
A	65,0	Punto medio de la MAC
B	130,0	Fibra inferior de la MAC
C	250,0	Punto medio de la BE
D	520,0	Punto medio de la SBG
E	670,0	Fibra superior de la subrasante
F	822,4	150 mm (6 pulg.) de profundidad de la subrasante

En la capa de mezcla asfáltica (MAC) se observa que al comparar la cantidad de repeticiones de diseño contra las admisibles antes que se cumpla la condición de falla en cada criterio, se determina que para casi todos los criterios las repeticiones admisibles son mayores que la cantidad de repeticiones esperadas (ejes equivalentes de diseño) por lo que el riesgo de falla por fatiga en esta capa es menor. El único criterio donde el riesgo de falla es mayor corresponde al “MEPDG arriba-abajo” donde es más probable que ocurra agrietamiento por fatiga de arriba hacia abajo en la capa de mezcla asfáltica.



Con respecto al riesgo potencial de agrietamiento en la capa de base estabilizada con cemento, se determinó que la probabilidad de falla por fatiga en esta capa es baja. No obstante, debe tomarse en consideración el efecto que tiene en el comportamiento de la estructura, en términos de esfuerzos y deformaciones, la mayor rigidez que tiene la capa de mezcla de mezcla asfáltica que en este caso es posible que este disipando una mayor cantidad de esfuerzos, el riesgo potencial de agrietamiento y un alto módulo a la compresión inconfiada, según se evidencia de los resultados de calidad del material, el cual no se refleja en un módulo resiliente competente para un material de este tipo.

Tabla 10. Análisis de fatiga de la estructura de pavimento según el módulo retrocalculado percentil 16

Mezcla asfáltica					
Ejes equivalentes de diseño	NCHRP 10%	NCHRP 45%	MEPDG abajo-arriba	MEPDG arriba-abajo	DVP5170-07
6,17E+06	8,73E+06	1,20E+07	6,09E+07	9,10E+04	2,09E+09
Base estabilizada					
Ejes equivalentes de diseño	Nf [Huang,1993]	Nf [NCHRP,2007]	Nf [Scullion,2007]	Nf [PCA]	
6,17E+06	1.59E+19 (*)	4,46E+08	5,88E+16	4,26E+23	

(*) Obtenido a partir de MR de Scullion (2007)

Fuente: LanammeUCR

En conclusión, en las capas intermedias de la estructura de pavimento construida en el proyecto se encontró evidencia de que su rigidez (Módulo resiliente) es menor que la establecida en el diseño del espesor por medio de la metodología AASHTO 93, es importante recordar que el módulo resiliente es una propiedad del material que depende de su estado de esfuerzos. Específicamente, esta condición se evidenció en las capas de material de base estabilizada y subbase granular donde se presentan las condiciones de menor de rigidez para un pavimento recién construido. A pesar de ello se determinó que el riesgo de falla por fatiga en las capas de mezcla asfáltica y base estabilizada es bajo al realizar la comparación con varios criterios de falla.



Observación No. 1. Existen secciones del pavimento construido en el proyecto con condiciones de fricción superficial deslizantes de diversos grados de severidad.

Para evaluar la condición de resistencia al deslizamiento del tramo Abundancia-Florencia de la Ruta Nacional No. 35, se utilizó el rango de clasificación empleado por el LanammeUCR en las evaluaciones bienales de la Red Vial Nacional (Barrantes Jiménez, Sanabria Sandino & Loría Salazar, 2013). Dicha clasificación determina la condición del pavimento según el valor de Grip Number (GN) medido con el equipo Grip Tester. Dado que la fricción entre la llanta y el pavimento garantiza el agarre del vehículo, es posible determinar la probabilidad de accidentes y el riesgo de accidentabilidad de la superficie de la calzada según su condición.

Entre el 23 y 29 de agosto de 2018, se llevó a cabo el ensayo de determinación del coeficiente de fricción "Grip Number" (IT-LC-05; BS: 7941-2:2000). Los resultados se reportaron en el informe I-1165-18, el tramo evaluado se describe como:

- Ruta Nacional No. 35, tramo Abundancia-Florencia. Longitud aproximada de 5,4 km. Se evalúan los 4 carriles, dos por sentido, entre los estacionamientos 39+200 y 44+600 con inicio en Abundancia.

Los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 11 y de forma gráfica en la Figura 17, en este caso los valores se muestran de forma porcentual con respecto al total de mediciones realizadas por carril y agrupadas en los rangos mostrados en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de resistencia al deslizamiento por sentido y por carril.

GN	Condición	Abundancia-Florencia		Florencia-Abundancia	
		Externo	Interno	Interno	Externo
< 0,50	Malo	1,7%	0,8%	0,6%	0,2%
0,50 - 0,60	Regular	42,9%	29,8%	24,1%	1,7%
0,60 - 0,78	Bueno	55,1%	69,0%	75,3%	98,1%
> 0,78	Muy bueno	0,2%	0,4%	0,0%	0,0%

Fuente: LanammeUCR.

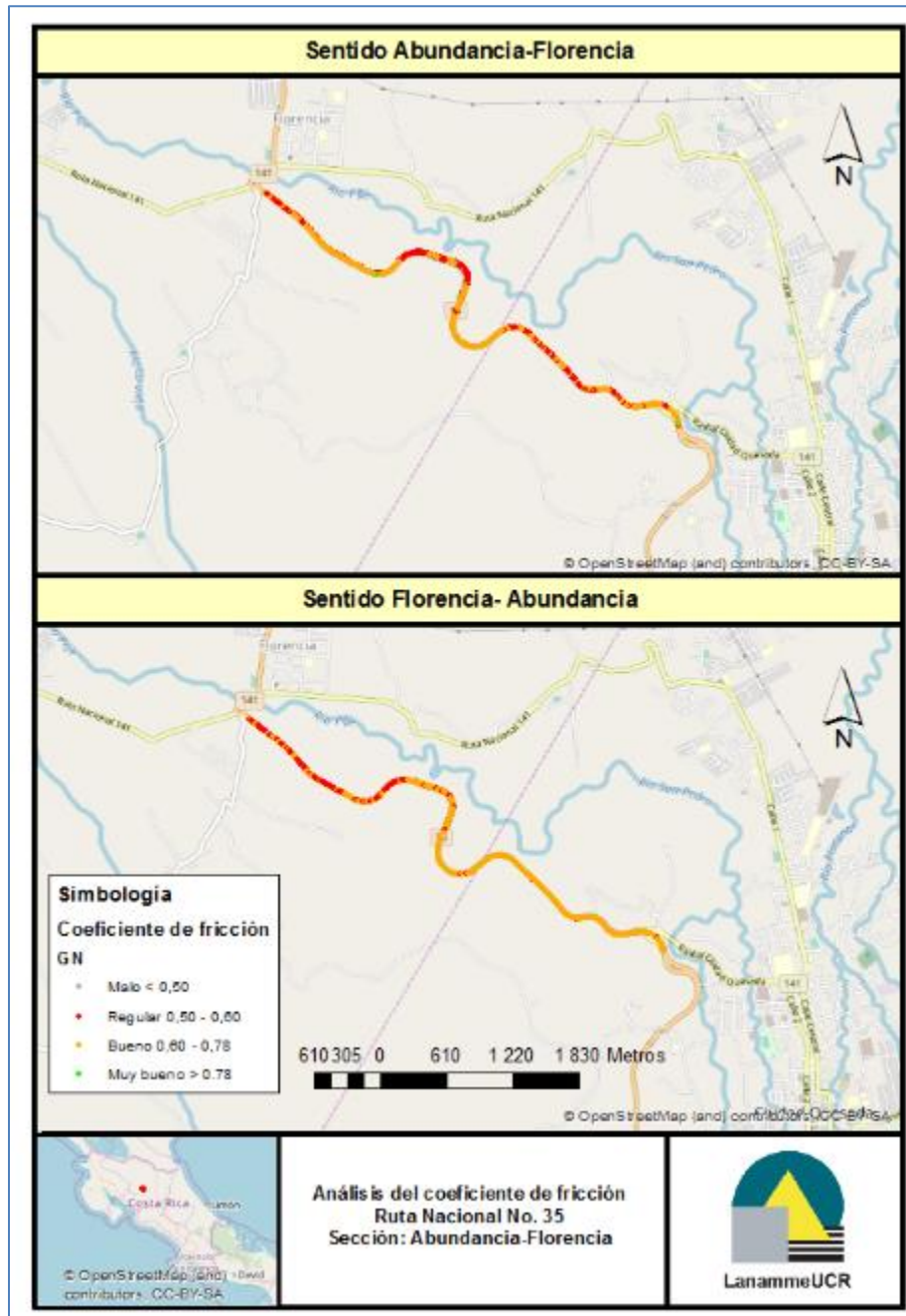


Figura 17. Mapa de coeficiente de fricción para cada sentido de circulación
Fuente: LanammeUCR



• **Sentido: Abundancia-Florencia:**

En el sentido Abundancia-Florencia, se midió un total de 1041 tramos de 5 m por ambos sentidos, la distribución de frecuencias se observa en la Figura 18. En general, es posible evidenciar que los resultados se agrupan con mayor frecuencia en la categoría de condición “Buena” en un 55,1% de los datos para el carril “externo” y un 69,0% para el carril “interno”.

Sin embargo, en el carril externo se obtuvieron 221 tramos (42,9%) en condición “regular” y 157 tramos (29,8%) del carril interno bajo la condición de “alta probabilidad de accidentes”. Este aspecto se observa en las curvas No. 4, 6, 8 y 9 según se identifican en los planos del proyecto suministrados por la Unidad Ejecutora por lo que debe considerar esta condición desde el punto de vista de seguridad vial y el riesgo de accidentes por alcance y salida de la vía. Es importante aclarar que en este proyecto se construyó una barrera medianera que divide ambos sentidos de circulación por lo que el riesgo de accidente por colisión frontal en este caso es bajo.

Por otro lado, un total de 13 tramos tienen un coeficiente de fricción menor al valor límite de 0,50 que corresponden a 9 tramos (1,7%) del carril externo del sentido Abundancia-Florencia y 4 tramos (0,8%) del carril interno. Estos tramos presentan una resistencia a la fricción deficiente y representan un muy alto riesgo para la seguridad de los usuarios debido a su condición deslizante. No obstante, esta condición se observa en lugares puntuales y no en tramos extensos de la superficie de ruedo.

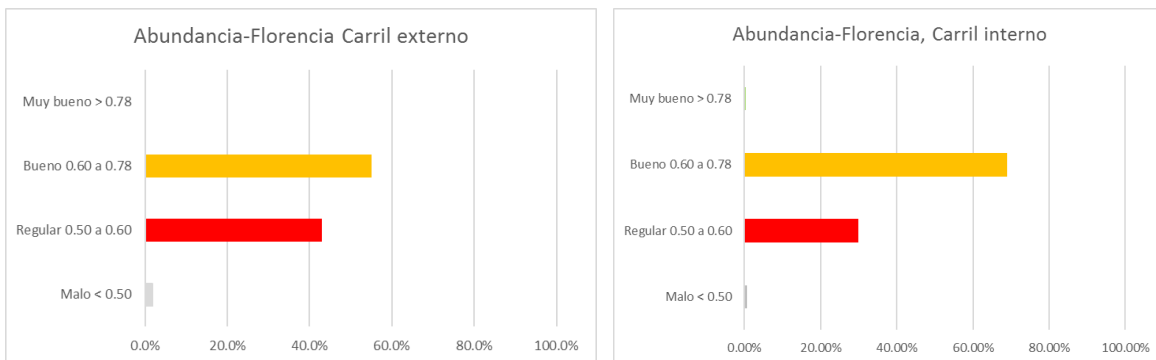


Figura 18. Distribución de frecuencias de los resultados de resistencia al deslizamiento del sentido Abundancia-Florencia. Fuente: LanammeUCR



• **Sentido Florencia-Abundancia:**

En el sentido Florencia-Abundancia, se midió un total de 1062 tramos de 5 m por ambos sentidos, la distribución de frecuencias se observa en la Figura 19. En general, es posible evidenciar que los resultados se agrupan con mayor frecuencia en la categoría de condición “Buena”, obteniéndose el 98,1% de los datos para el carril “externo” y el 75,3% para el carril “interno” bajo esta categoría.

En el carril “interno” se obtuvieron 128 tramos (24,1%) en condición “regular” y solo 9 tramos (1,7%) del carril interno bajo la condición de “alta probabilidad de accidentes”. Esta condición se observa en un tramo al final del proyecto, específicamente entre el PK 42+800 y el 44+600 incluyendo la curva No. 9, según se identifican en los planos del proyecto suministrados por la Unidad Ejecutora.

Por otro lado, un 0,6% de los tramos evaluados en el carril interno y un 0,2% de los tramos evaluados en el carril externo, sentido Florencia – Abundancia, tienen un coeficiente de fricción en condición “mala”. Estos tramos presentan una resistencia a la fricción deficiente y representan un muy alto riesgo para la seguridad de los usuarios debido a su condición deslizante. No obstante, esta condición se observa en lugares puntuales y no en tramos extensos de la superficie de ruedo.

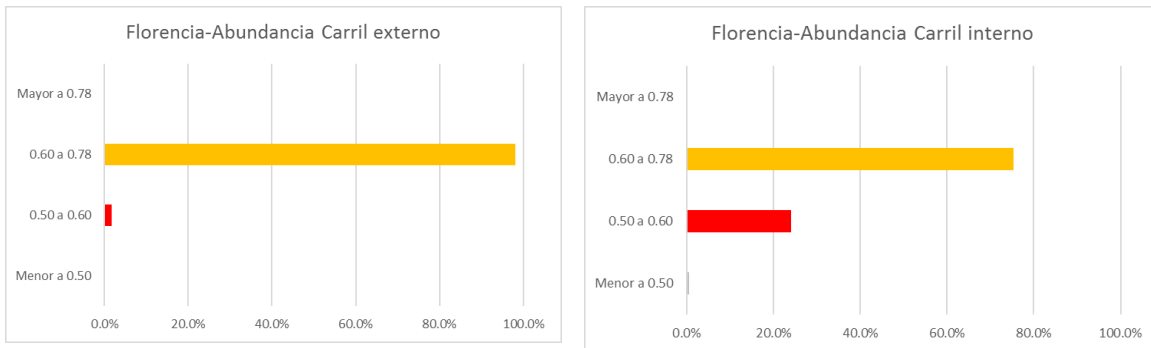


Figura 19. Distribución de frecuencias de los resultados de resistencia al deslizamiento del sentido Abundancia-Florencia. Fuente: LanammeUCR



En general, se concluye que el proyecto tiene condiciones de fricción predominantemente poco deslizantes y con una probabilidad moderada de accidente. No obstante, existen tramos representativos donde las condiciones de fricción medidas son más deslizantes y consecuentemente el riesgo de accidente aumenta, pero también se ha evidenciado la construcción de medidas de mitigación de la severidad de los potenciales accidentes como, por ejemplo, los sistemas de contención ubicados en el centro de la vía (medianera) y algunas zonas laterales.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

Hallazgo No. 3. Los resultados de los ensayos realizados a los materiales empleados como base y superficie de ruedo en la estructura de pavimento evidenciaron incumplimientos en los requisitos establecidos por el Manual de especificaciones para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010

Para desarrollar esta sección del informe se tomó como base los documentos contractuales, los informes de ensayo realizados por el LanammeUCR, los informes de verificación y control de calidad (Autocontrol) remitidos a esta auditoría y las secciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) del Manual de especificaciones para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, donde se detalla el proceso que debe seguir tanto la Administración como el contratista para asegurar la calidad de los materiales del proyecto en pro del buen desarrollo del mismo y su desempeño a futuro.

Este análisis abarca los meses comprendidos entre setiembre de 2017 y setiembre de 2018, inclusive, y se centra en los materiales empleados como base y superficie de ruedo (mezcla asfáltica) de la estructura de pavimento, con el fin de complementar los análisis de la calidad y del desempeño del pavimento que se han desarrollado en las otras secciones de este informe.

Para determinar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el CR-2010 de cada material, se procedió a determinar el factor de pago correspondiente a cada mes según los resultados de los ensayos recopilados de los informes de Autocontrol y Verificación remitidos a esta auditoría para cada material. Este análisis se complementó con los ensayos realizados por el LanammeUCR.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 46 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Sobre la calidad de la base estabilizada con cemento BE-25

Del análisis de calidad del material empleado como base estabilizada, se determinó que el material presentó incumplimientos en su graduación; especialmente en las mallas ¾”, N°4 y N°200. La Figura 20 muestra las curvas granulométricas obtenidas de los ensayos llevados a cabo por el laboratorio de verificación de calidad. Las líneas punteadas rojas representan los límites especificados.

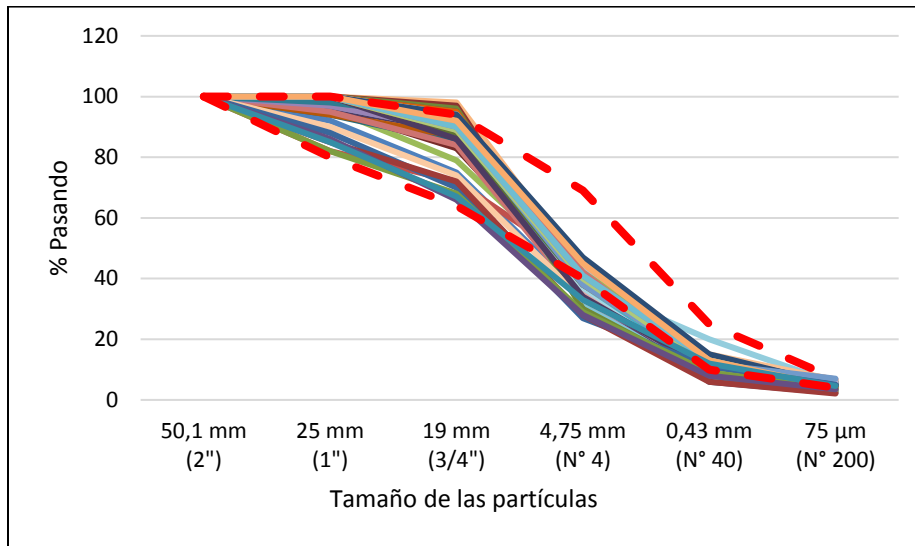


Figura 20. Curvas granulométricas de las muestras de base ensayadas por la Verificación. Fuente: Unidad Ejecutora

En cuanto a la resistencia a la compresión confinada de la base estabilizada con cemento, sólo cuatro de las muestras ensayadas tienen una resistencia menor a la resistencia mínima (2,8 MPa) establecida en el CR-2010 (ver Figura 21). En esa misma figura se observa la variabilidad del proceso de producción del material, donde al inicio se nota una dispersión mayor de los resultados de compresión confinada y luego se evidencia un cambio y el proceso se vuelve relativamente más estable pero siempre excediendo el valor máximo permitido de 3,9 MPa que solicita el CR-2010 (El 95,1% de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad tienen una resistencia mayor a 3,9 MPa).

La Figura 22 muestra la distribución de frecuencias de las resistencias a la compresión simple obtenida para las muestras de base estabilizada ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad. En la Figura 22, es posible observar que se obtuvieron resistencias de hasta 3 veces la resistencia de diseño (3,0 MPa), lo cual aumenta el riesgo de producir una base muy rígida susceptible al agrietamiento por contracción del material, de ahí el límite superior que sugiere el CR-2010.

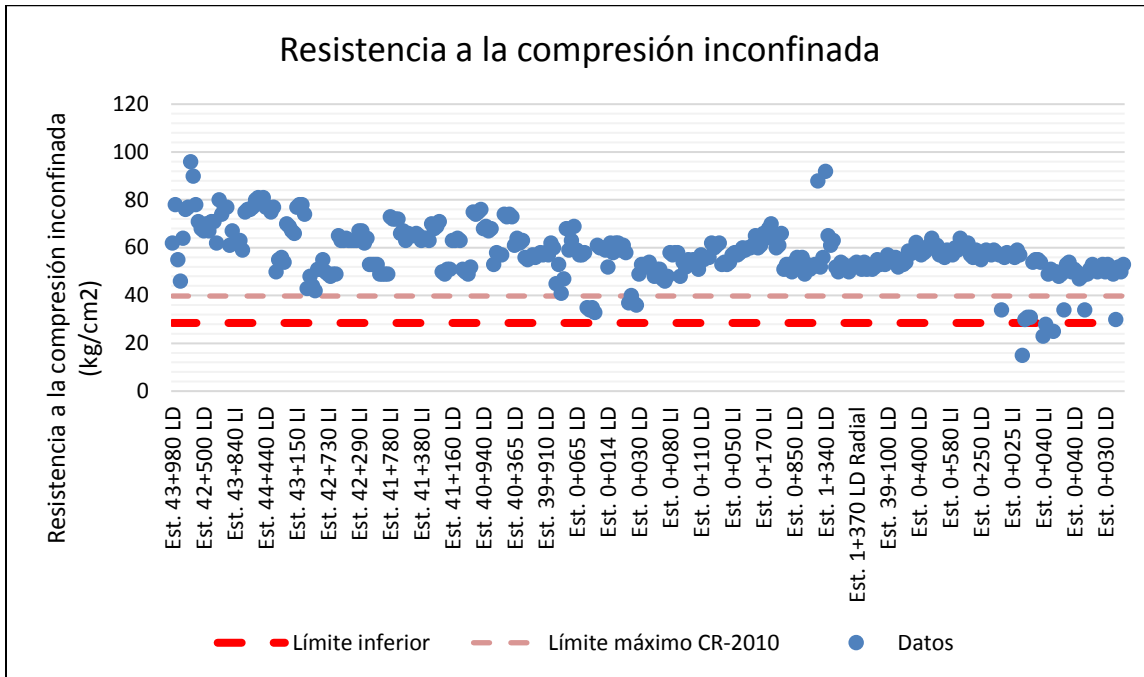


Figura 21. Resistencia a la compresión inconfínada de las muestras de base ensayadas por el organismo de verificación de calidad.

Fuente: Unidad Ejecutora

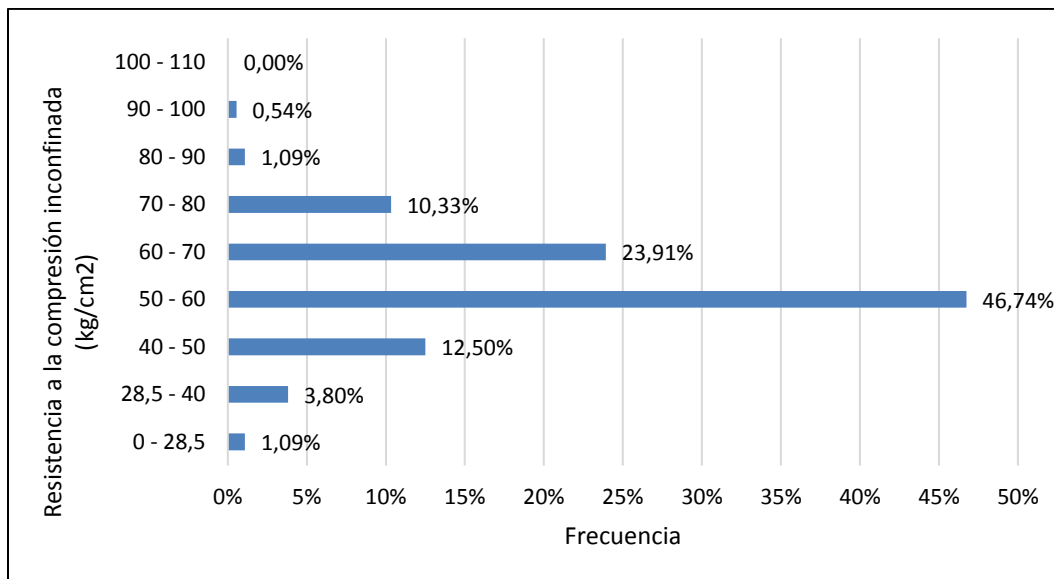


Figura 22. Distribución de frecuencias de la resistencia a la compresión inconfínada de las muestras de base ensayadas por el organismo de verificación de calidad.

Fuente: Unidad Ejecutora



Los resultados obtenidos por el LanammeUCR muestran un comportamiento similar y sólo una de las muestras ensayadas tiene una resistencia a la compresión simple menor al valor mínimo establecido por el CR-2010 (ver Figura 23). Estos resultados fueron comunicados a la Unidad Ejecutora por medio de los oficios LM-AT-24-18 y LM-AT-54-2018.

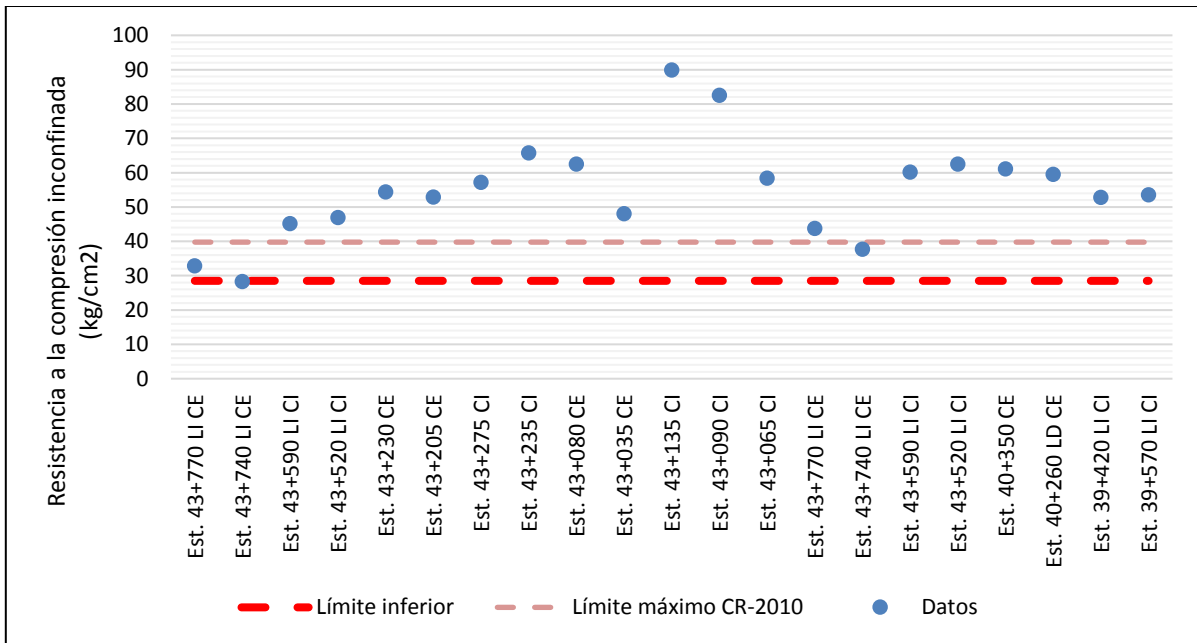


Figura 23. Resistencia a la compresión simple de las muestras de base estabilizada ensayadas por el Lanamme

Finalmente, la Tabla 12 resume los factores de pago correspondiente a cada mes obtenido según los resultados de ensayo recopilados de los informes de Autocontrol y Verificación, según corresponda, para el material empleado como base en la estructura de pavimento. Se aclara que se utiliza la metodología de “factor de pago” con el fin de evidenciar el grado de control y cumplimiento del material con un enfoque estadístico.



Tabla 12. Factor de pago correspondiente a cada mes para el material de base estabilizada

Mes	Año	Factor de pago	
		Verificación	Autocontrol
Setiembre	2017	Rechazo	90,5%
Octubre	2017		78,0%
Noviembre	2017		84,5%
Diciembre	2017	Rechazo	Rechazo
Enero	2018	Rechazo	Rechazo
Febrero	2018	Rechazo	Rechazo
Marzo	2018	Rechazo	Rechazo
Abril	2018	Rechazo	87,5%
Mayo	2018	Rechazo	80,5%
Junio	2018		
Julio	2018	-	Rechazo
Agosto	2018	-	

- La cantidad de muestras ensayadas es menor a 5

De la Tabla 12 anterior es posible observar que el material empleado como base no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el CR-2010 para ser empleado como tal. No se omite indicar que en la información suministrada por la Unidad Ejecutora no se evidencian no-conformidades relacionadas con la resistencia de este material. El hecho de aceptar una base estabilizada con cemento en estas condiciones podría significar una reducción en la vida útil del proyecto, ya que aumenta el riesgo de que aparezcan grietas prematuras en la superficie de ruedo, producto de la rigidez de la base, tal como se explicó anteriormente.

En el Anexo A, se muestra la información recopilada y el proceso seguido para determinar los factores de pago mostrados en la Tabla 12.

- **Sobre la calidad de la mezcla asfáltica**

Para este análisis se recopilaron los resultados de ensayo remitidos en los informes de Autocontrol y Verificación para los diseños de mezcla ITP-1102-17, 10-46-2018 e ITP-326-18-E. Adicionalmente, se recopilaron los informes de ensayo llevados a cabo por el LanammeUCR a la mezcla asfáltica empleada en el proyecto. Se aclara que se utiliza la metodología de “factor de pago” con el fin de evidenciar el grado de control y cumplimiento del material con un enfoque estadístico.

En la Tabla 13, se presenta una muestra de los factores de pago obtenidos según los resultados de ensayo para granulometría de la mezcla asfáltica reportados en los informes

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 50 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



de Verificación y Autocontrol; según corresponde, recopilados para cada uno de los diseños de mezcla empleados en el proyecto.

Tabla 13. Factor de pago por granulometría correspondiente a cada mes para la mezcla asfáltica

Mes	Año	Factor de pago							
		MAC-1 ¹ Convencional		MAC-2 ² Convencional		MAC-3 ³ Superpave		Compactación ⁴	
		Verificación	Autocontrol	Verificación	Autocontrol	Verificación	Autocontrol	Verificación	Autocontrol
Diciembre	2017	-	84,0%	-	-	-	-	-	-
Enero	2018	-		-	-	-	-	-	
Febrero	2018	94,5%	100,0%	-	-	-	-	100,0%	100,0%
Marzo	2018	-	-	83,5%	Rechazo	-	-	100,0%	100,0%
Abril	2018	-	-	91,0%	Rechazo	-	-	84,0%	Rechazo
Mayo	2018	-	-	-	-	Rechazo	Rechazo	87,5%	83,0%
Junio	2018	-	-	-	90,0%	Rechazo	Rechazo	100,0%	96,0%
Julio	2018	-	-	-		Rechazo	96,0%	-	-
Agosto	2018	-	-	-	100,0%	Rechazo	100,0%	-	-

- No se pudo recopilar resultados de ensayo de la información remitida o la cantidad de muestras ensayadas es menor a 5

En el Anexo B, se muestra la información recopilada y el proceso seguido para determinar los factores de pago mostrados en la Tabla 13.

En cuanto a la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17 (MAC-1), se observan incumplimientos en cuanto a la cantidad de vacíos llenos de asfalto (VFA)(ver Figura 28). Con respecto a la malla N°16, a pesar de que todos los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación de calidad satisfacen los requerimientos establecidos en el diseño de mezcla ITP-1102-17, los resultados obtenidos tienden a concentrarse muy cercanos al límite superior y dada la variabilidad que presentan este tipo de procesos, el procedimiento seguido (sección 107.05 del CR-2010) determinó un factor de pago menor al 100% (ver Tabla 13).

¹Diseño de mezcla Marshall ITP-1102-17 del 10 de octubre de 2017

²Diseño de mezcla Marshall 10-46-2018 del 8 de marzo de 2018

³Diseño de mezcla Superpave ITP-326-18-E del 27 de abril de 2018 (mezcla asfáltica modificada con ELVALOY)

⁴Determinado según los resultados de los ensayos volumétricos de la extracción de núcleos de mezcla asfáltica colocada en sitio

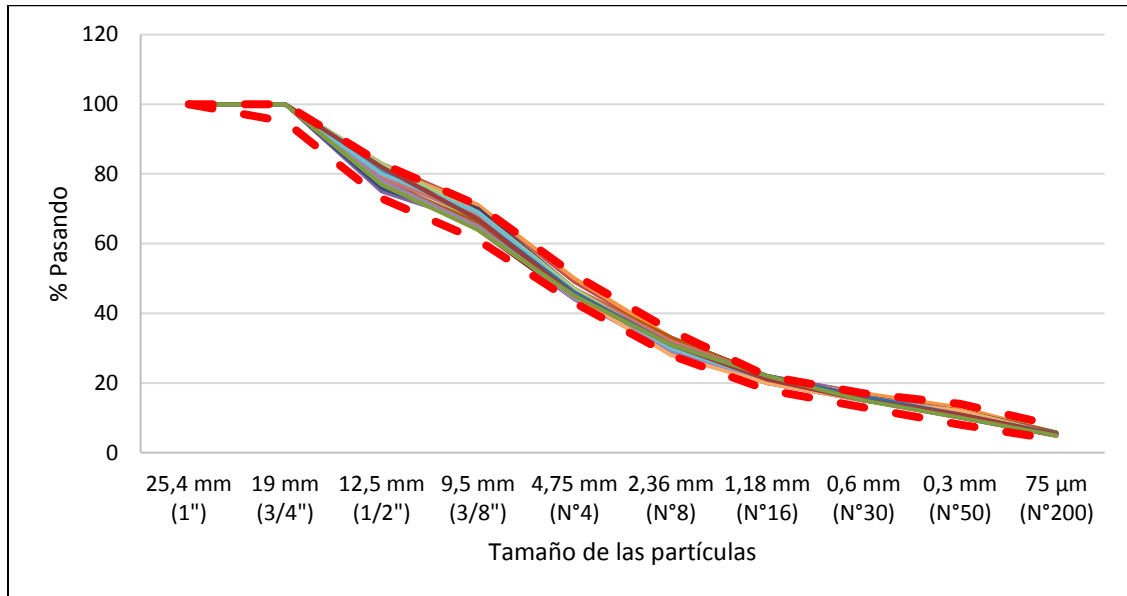


Figura 24. Curvas granulométricas obtenidas de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17 Fuente: Unidad Ejecutora

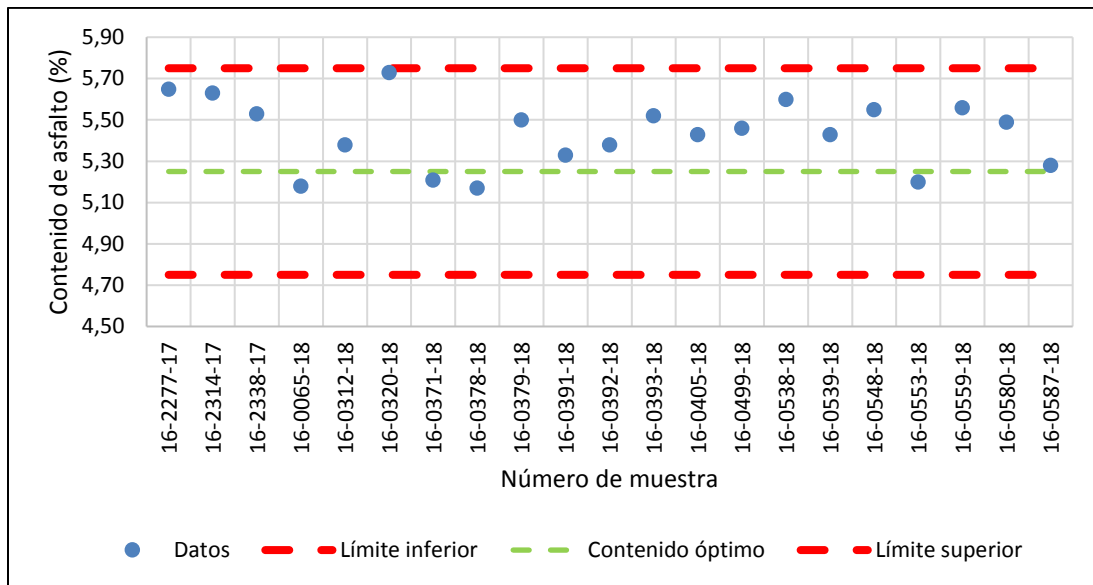


Figura 25. Resultados del contenido de asfalto obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17. Fuente: Unidad Ejecutora

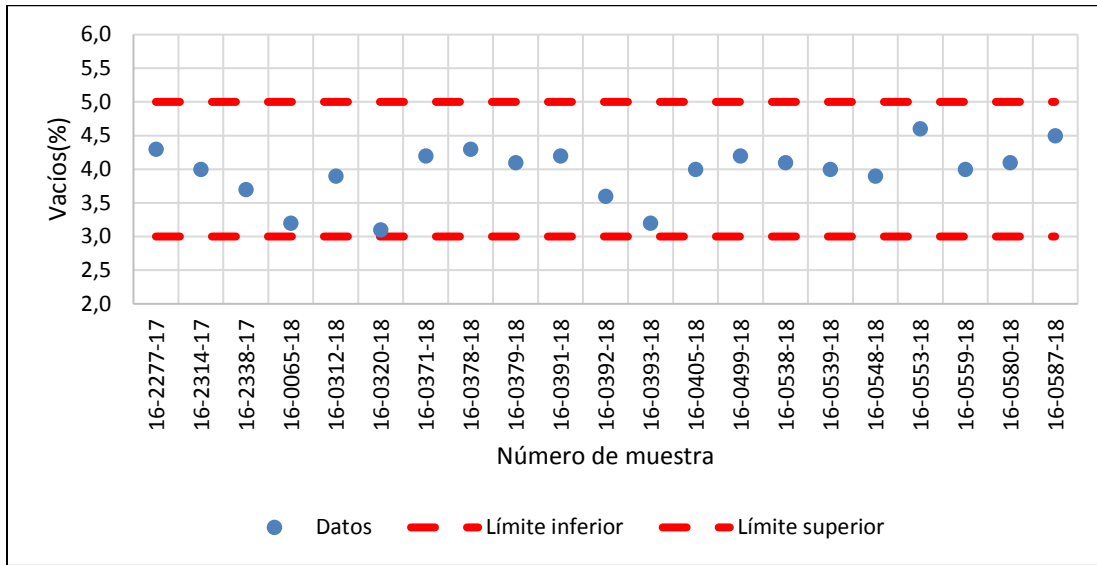


Figura 26. Resultados del contenido de vacíos obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17.

Fuente: Unidad Ejecutora

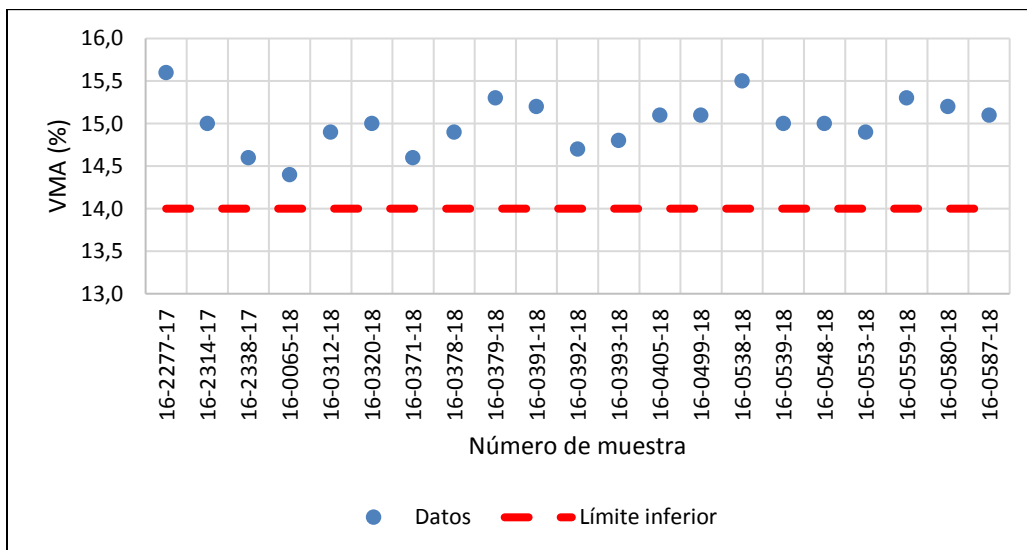


Figura 27. Resultados de los vacíos en el agregado mineral obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17.

Fuente: Unidad Ejecutora

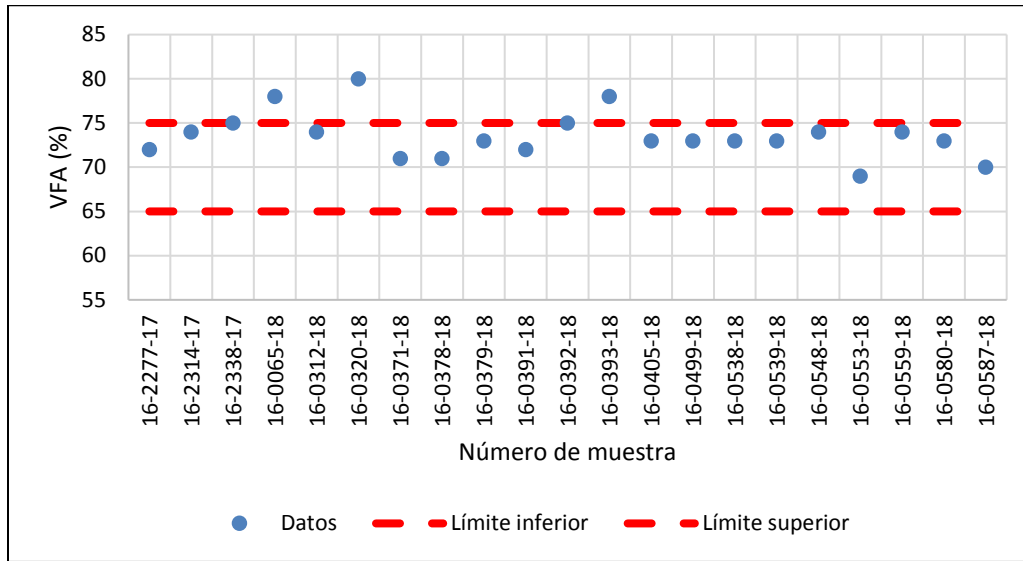


Figura 28. Resultados de los vacíos llenos de asfalto obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17.

Fuente: Unidad Ejecutora

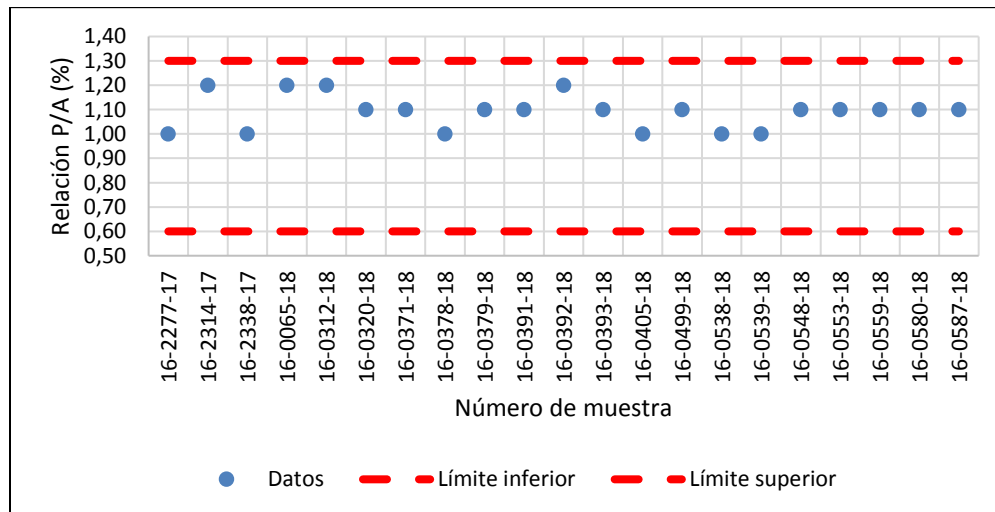


Figura 29. Resultados de la relación polvo / asfalto de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17.

Fuente: Unidad Ejecutora

Por su parte, la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 (MAC-2) presenta incumplimientos en su graduación (específicamente en la malla N°16) y en el contenido de vacíos llenos de asfalto (ver Figura 30 y Figura 34; respectivamente).

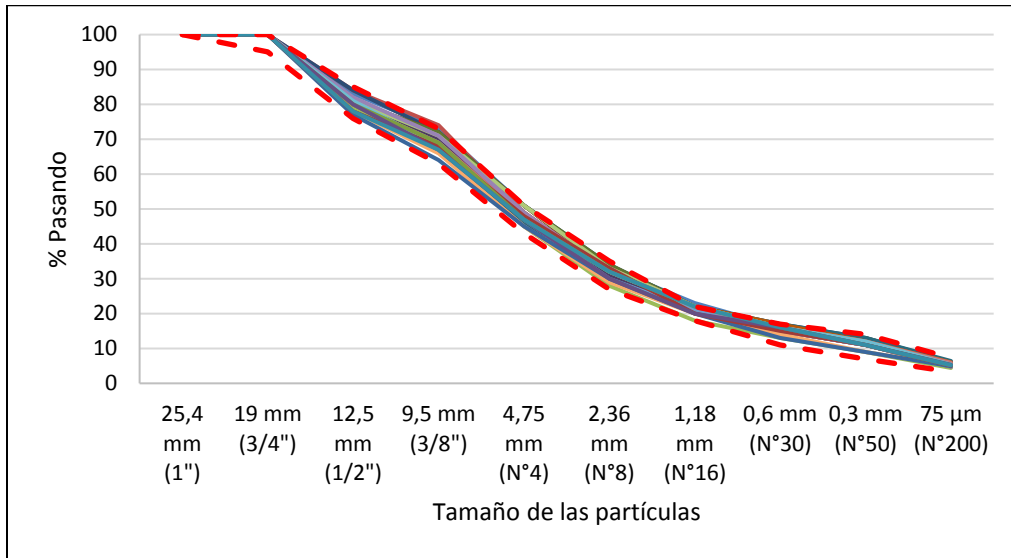


Figura 30. Curvas granulométricas obtenidas de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018. Fuente: Unidad Ejecutora

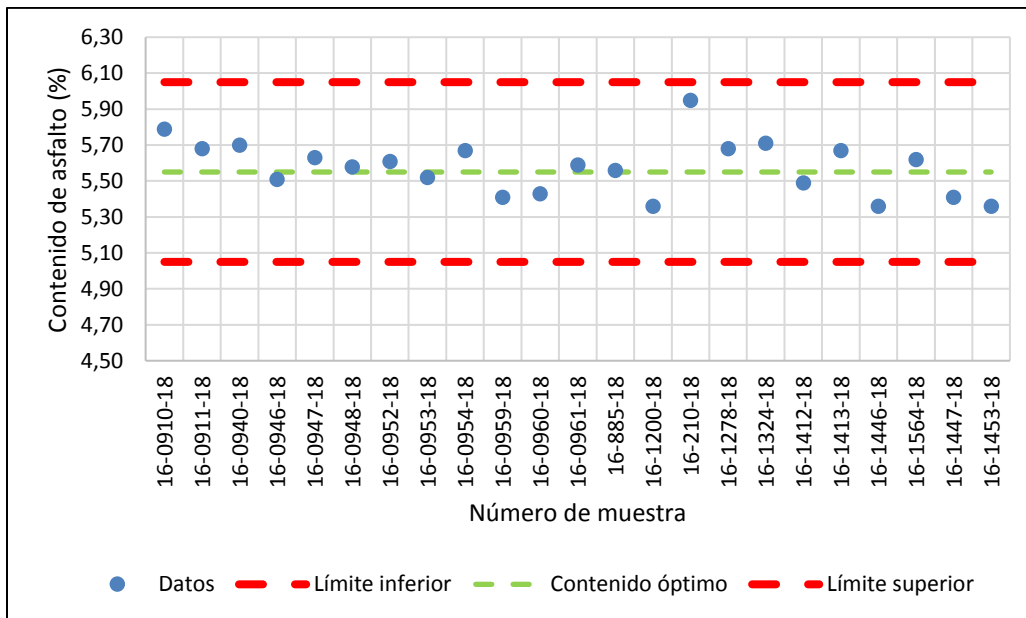


Figura 31. Resultados del contenido de asfalto obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018. Fuente: Unidad Ejecutora

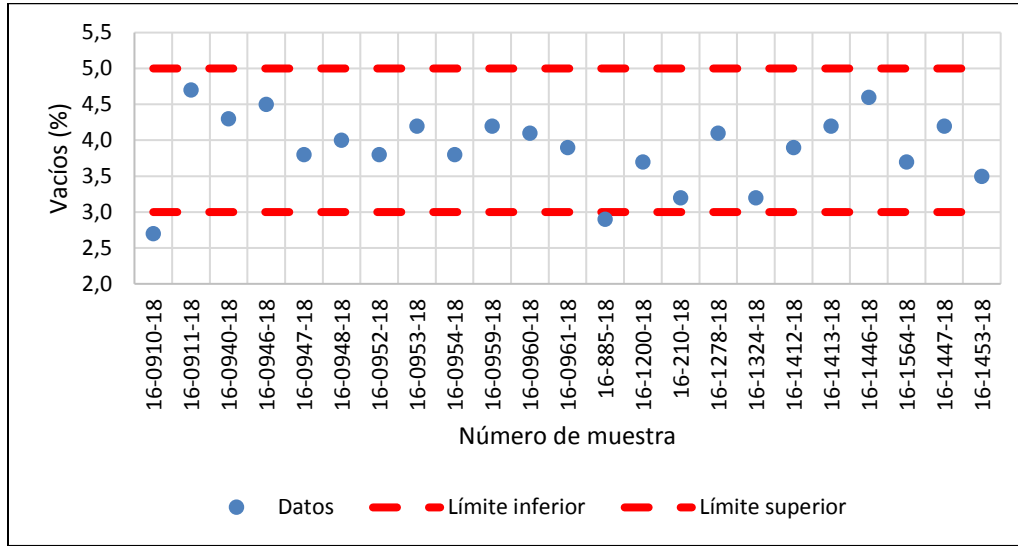


Figura 32. Resultados del contenido de vacíos obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018.

Fuente: Unidad Ejecutora

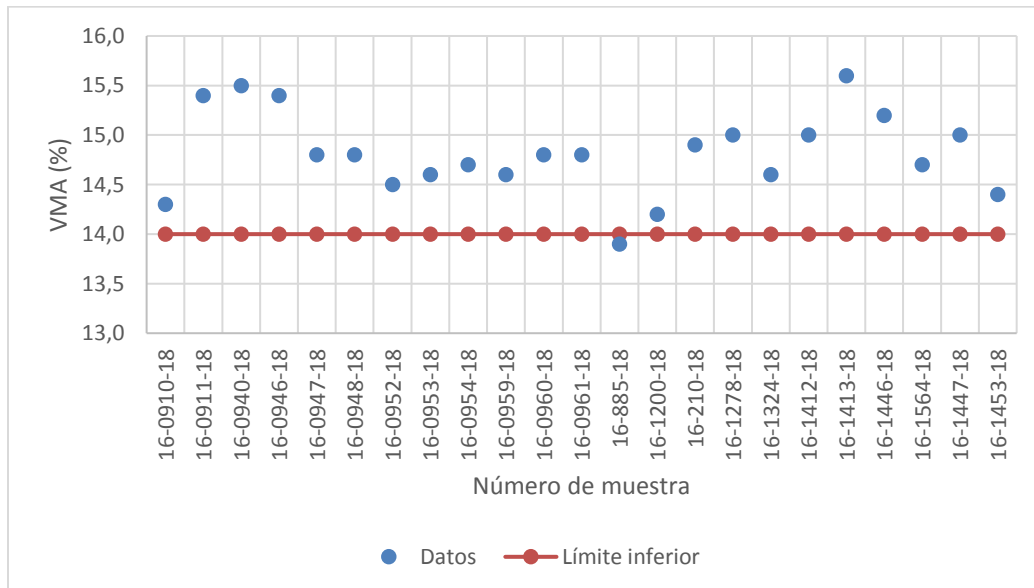


Figura 33. Resultados de los vacíos en el agregado mineral obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018.

Fuente: Unidad Ejecutora

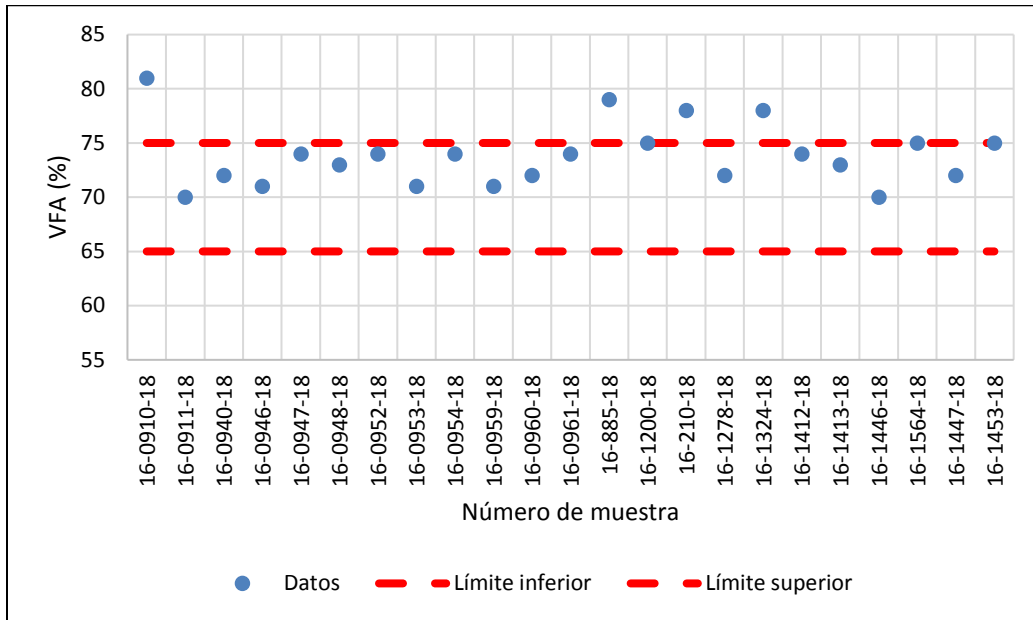


Figura 34. Resultados de los vacíos llenos de asfalto obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018.

Fuente: Unidad Ejecutora

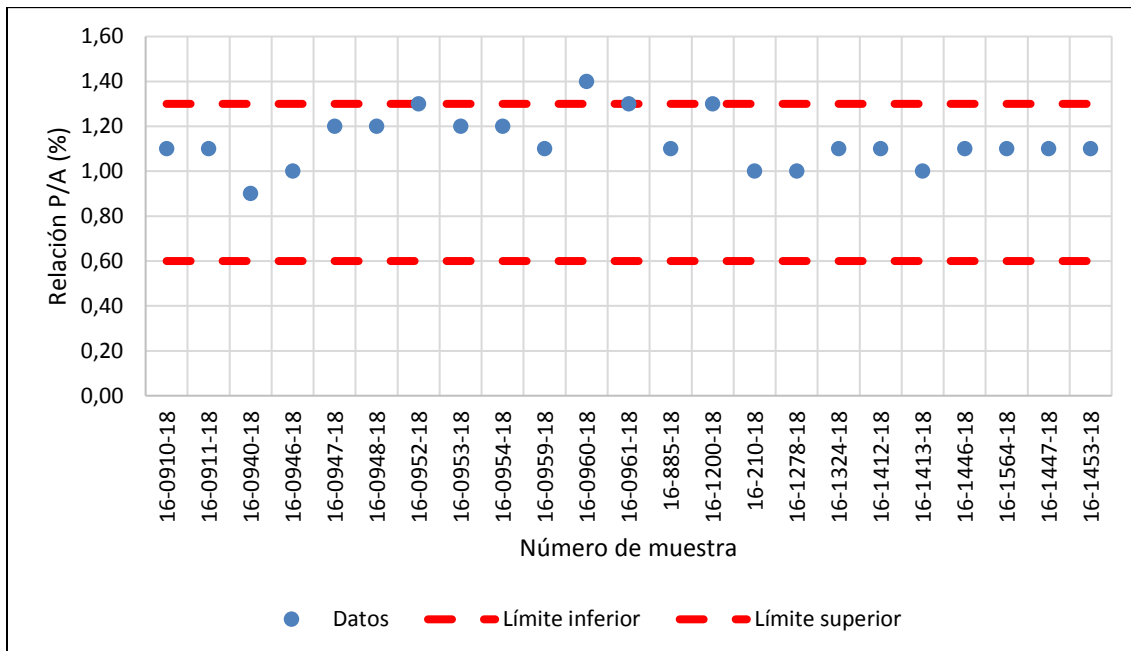


Figura 35. Resultados de la relación polvo / asfalto de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018.

Fuente: Unidad Ejecutora



La mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E (MAC-3) presentó incumplimientos en los parámetros de vacíos llenos de asfalto y su graduación; específicamente en las mallas 3/8", N°4 y N°8 (ver Figura 36). El nivel de incumplimiento del parámetro VFA (ver Figura 40) es tal que, para ninguno de los lotes evaluados, el material empleado satisface los requisitos mínimos establecidos por el CR-2010 y por ende, la evaluación estadística determinó que los lotes evaluados de mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E caen en la sección de rechazo de la Tabla 107-02 del CR-2010 (ver Tabla 13).

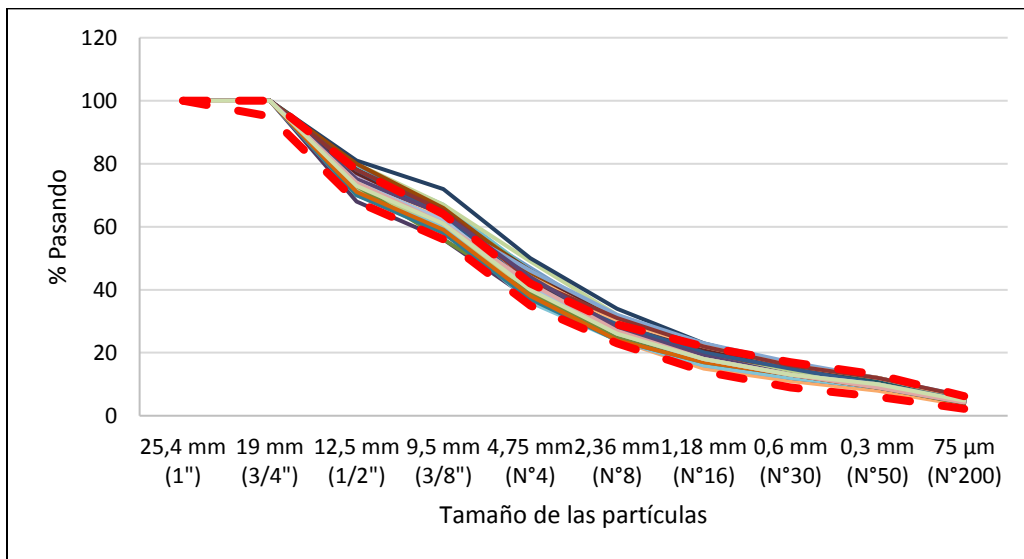


Figura 36. Curvas granulométricas obtenidas de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E.

Fuente: Unidad Ejecutora

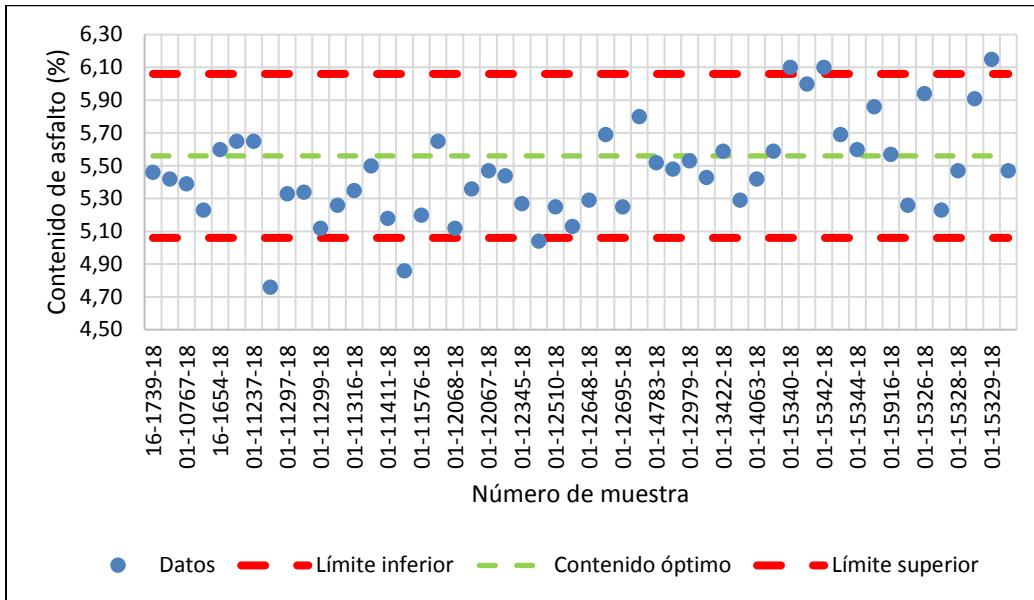


Figura 37. Resultados del contenido de asfalto obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E. Fuente: Unidad Ejecutora

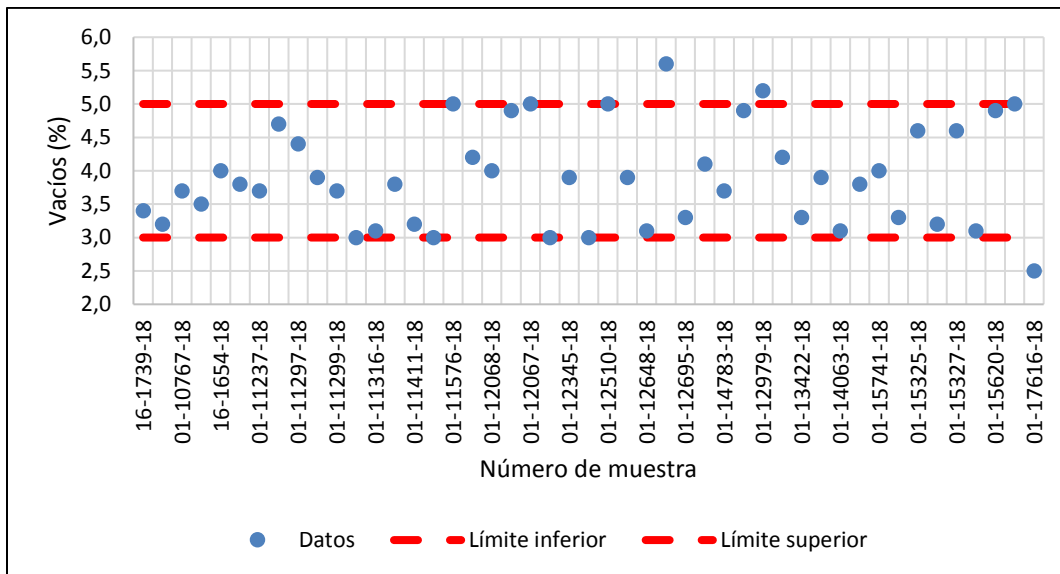


Figura 38. Resultados del contenido de vacíos obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E. Fuente: Unidad Ejecutora

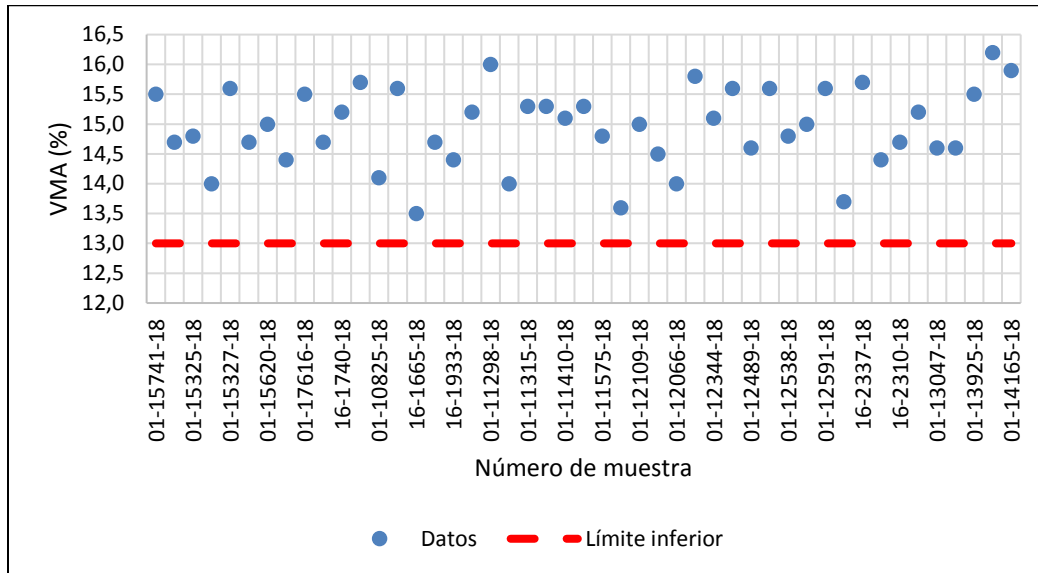


Figura 39. Resultados de los vacíos en el agregado mineral obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E.

Fuente: Unidad Ejecutora

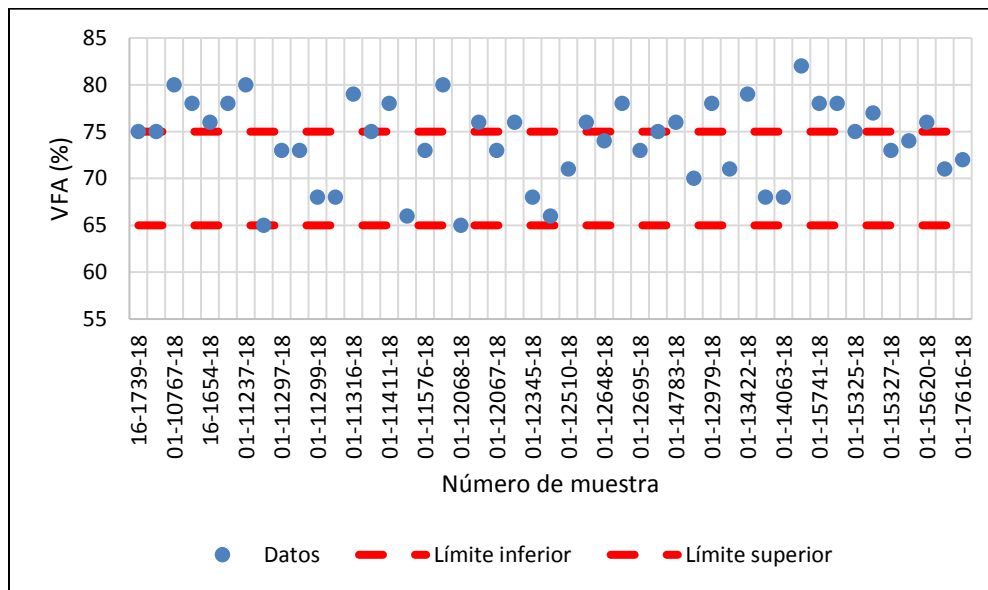


Figura 40. Resultados de los vacíos llenos de asfalto obtenidos de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E.

Fuente: Unidad Ejecutora

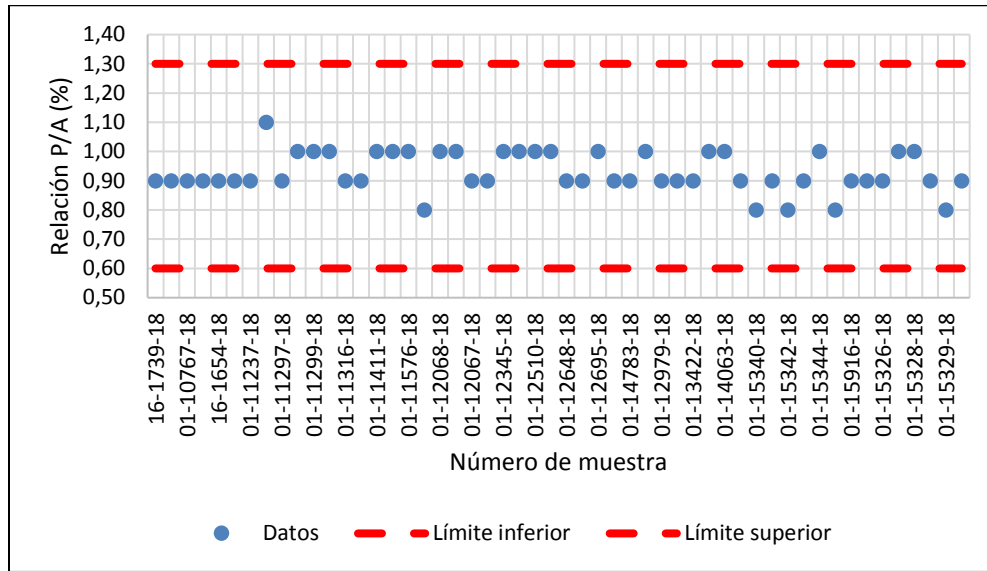


Figura 41. Resultados de la relación polvo / asfalto de las muestras ensayadas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E. Fuente: Unidad Ejecutora

En cuanto al porcentaje de compactación en sitio, se obtuvo un porcentaje considerable de muestras con un porcentaje de compactación excesivo para los meses de abril de 2018 y mayo de 2018 (ver Figura 42), de ahí que el factor de pago obtenido para estos meses es menor al 100% (ver Tabla 13). Una compactación excesiva genera un pavimento muy rígido y susceptible a la exudación.

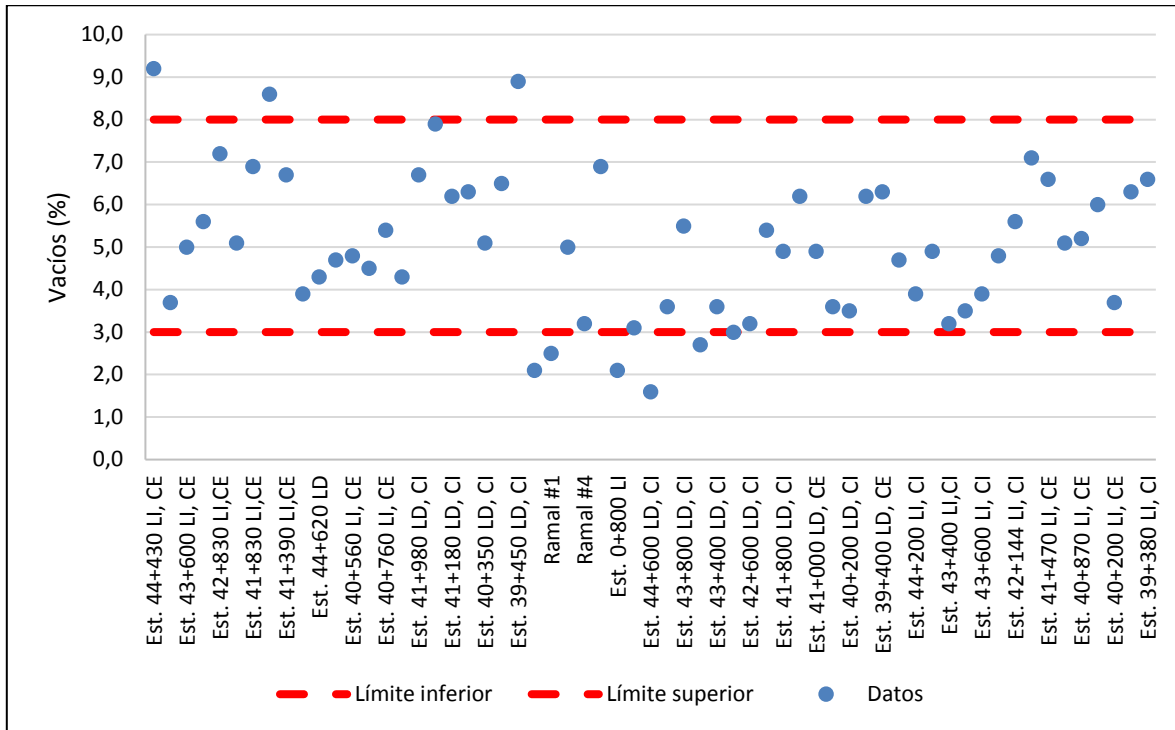


Figura 42. Resultados del porcentaje de vacíos en sitio obtenidos de las muestras extraídas por el laboratorio de verificación de calidad para la mezcla asfáltica empleada en el proyecto

En cuanto al desempeño de la mezcla asfáltica modificada con el aditivo Elvaloy (Diseño de mezcla ITP-326-18-E), los resultados obtenidos por el LanammeUCR predicen un desempeño aceptable contra la deformación permanente, pues ninguna de las cuatro muestras ensayadas supera el límite superior establecido por el CR-2010 (3,0 mm) luego de 8000 ciclos de carga en la pista de ensayo de Georgia a 60 °C (ensayo APA) (ver Figura 43). En contra parte, ninguna de las cuatro muestras ensayadas por el LanammeUCR satisface los requisitos mínimos establecidos en el CR-2010 para la resistencia a la flexotracción con carga dinámica (fatiga) para una deformación de 600×10^{-6} mm/mm (ver Figura 44), lo cual indica que la mezcla asfáltica empleada en el proyecto es susceptible al agrietamiento de abajo hacia arriba.

A este punto es importante recordar que en el proyecto la Unidad Ejecutora aprobó que el diseño de la capa final o de rodadura incluyera la dosificación de un aditivo que mejore las propiedades de resistencia a la fatiga de la mezcla asfáltica por lo que se evidencia que el control de esta propiedad no fue efectivo según la especificación vigente en el contrato. Igualmente resulta importante agregar que en el diseño de la mezcla asfáltica remitido por la Unidad Ejecutora (Informe ITP-326-18-E) infló la cantidad de ejes equivalentes en más de un 39% con el fin de justificar el uso de un aditivo para incrementar la resistencia a la



deformación plástica, sin embargo, este efecto no se evidencia en los análisis realizados durante la ejecución de este informe de auditoría técnica externa:

“En el caso de la selección del tránsito, a pesar de que el proyecto se puede categorizar dentro de la designación “moderada”, se optó por utilizar la designación “alta” con el fin de seleccionar un tipo de mezcla asfáltica de un mayor desempeño.”

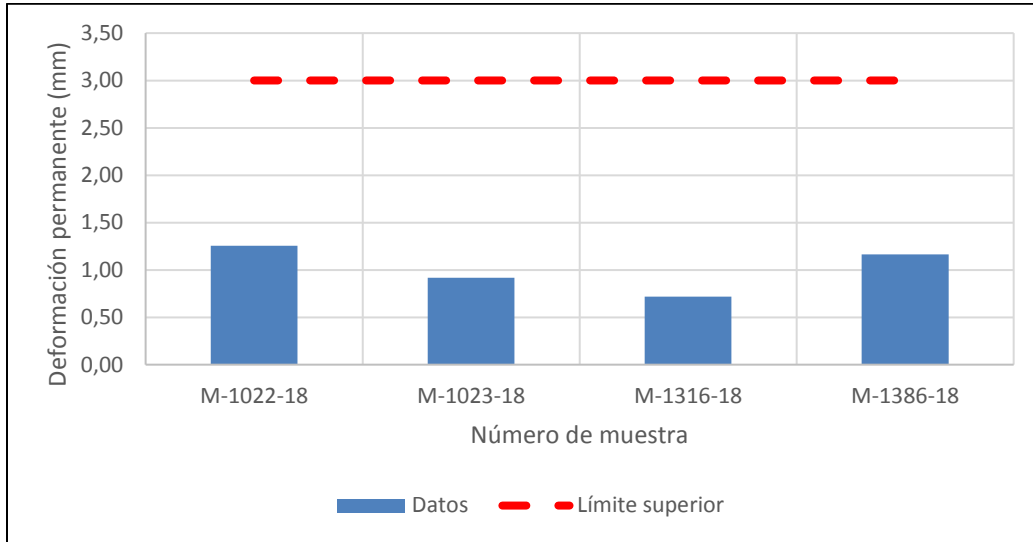


Figura 43. Resultados del ensayo de susceptibilidad a la deformación permanente APA para la mezcla asfáltica empleada en el proyecto

Fuente: LanammeUCR

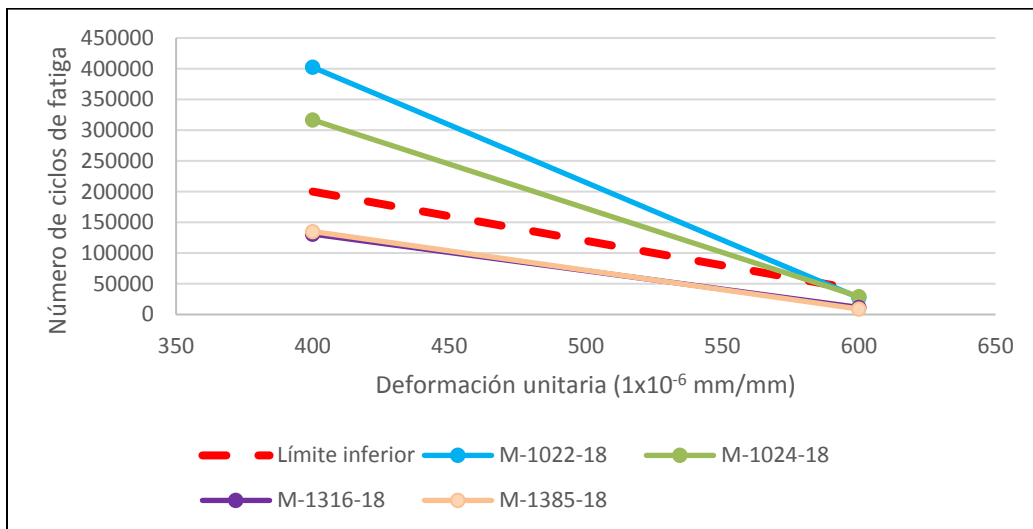


Figura 44. Número de ciclos de carga para la falla por fatiga obtenidos para la mezcla asfáltica empleada en el proyecto.

Fuente: LanammeUCR



Cabe recordar que el CR-2010 en su sección 107.05 establece lo siguiente:

“(b) Aceptación [...]”

*El factor final de pago deberá determinarse antes de que el material sea incorporado totalmente en el proyecto, **previniéndose al Contratista de que el factor de pago normal no debe caer por debajo de 0,90**. Si un lote se constituye con menos de 5 muestras, el material se evaluará bajo la Subdivisión 107.04.*

***Si el factor de pago normal de un lote cae por debajo de 0,90, se debe suspender de inmediato la producción.** Ésta puede reiniciar después de que el Contratista haya tomado acciones eficaces, aceptables y verificables por el Contratante, para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción envuelve un cambio significativo en el proceso, el lote en ejecución será terminado sin que sea incorporado en el proyecto y se comenzará un nuevo lote. **Se deberán utilizar parámetros de control por parte del Contratista, como se explica en la Subsección 107.08**” (Lo resaltado no es del texto original).*

[...]”

Ante lo anterior, es de notar que tanto para el material de base (ver Tabla 12) como para la mezcla asfáltica (ver Tabla 13), en varios de los meses analizados, el factor de pago obtenido de los resultados reportados por el Autocontrol es menor a 0,90 y no hay evidencia de que el contratista haya tomado las medidas requeridas para mejorar la calidad de la producción, de ahí la gran cantidad de incumplimientos señalados en la Tabla 12 y Tabla 13 (indicados como rechazo).

Cabe recordar lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010 sobre los lotes con un factor de pago cayendo en la porción objetada de la Tabla 107-2 del CR-2010:

“(b) Aceptación. [...]”

*Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material fuera de especificación (menos que 1,00 de factor de pago) se acepta con tal de que el factor de pago más bajo no haya caído en la porción rechazada en la Tabla 107-2. Un lote que contenga un porcentaje de material fuera de especificaciones con el factor de pago más bajo, cayendo en la porción objetada de la Tabla 107-2, debe ser rechazado. **Debe removerse de la obra todo el material rechazado**, sin embargo, lo ideal es que se detecte el rechazo antes de que el material sea incorporado en el proyecto (Lo resaltado no es del texto original).*

Por su lado el cartel de licitación establece en la Sección VIII “Condiciones Generales del Contrato” lo siguiente:

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 64 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



“27.2 El período de responsabilidad por defectos será de quinientos cuarenta (540) días a partir de la fecha de terminación de las Obras (o una parte de ellas), o de un año a partir de la fecha de la aceptación operativa de las Obras (o una parte de ellas), según lo que ocurra primero, a menos que se especifique otra cosa en las CE conforme a la Subcláusula 27.10.

Si durante el período de responsabilidad por defectos se llega a detectar un defecto de diseño, ingeniería, materiales o ejecución de la planta suministrada o de los trabajos realizados por el Contratista, este último, actuando en consulta y acuerdo con el Contratante respecto de la corrección apropiada de los defectos, procederá inmediatamente y a su propia costa a reparar, sustituir o corregir (según determine, a su discreción, el Contratista) tales defectos, así como todos los daños que dichos defectos hayan causado a las Obras. El Contratista no será responsable de la reparación, sustitución o corrección de ningún defecto o daño a las Obras que resulte o sea consecuencia de cualquiera de las causas siguientes:

- (a) operación o mantenimiento inadecuados de las Obras por el Contratante;*
- (b) operación de las Obras al margen de las especificaciones que se disponen en el Contrato, o***
- (c) desgaste normal.” (Lo resaltado no es del texto original)*

En vista de los resultados de control de calidad de materiales y los términos cartelarios, existe un riesgo potencial de que la Administración reciba el proyecto sea puesto en operación con incumplimientos a las especificaciones del cartel y asuma el riesgo de que los daños o defectos, que eventualmente surjan y estén asociados con la calidad de los materiales, no puedan ser reparados bajo responsabilidad del contratista, trasladando el costo a la Administración.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 65 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Hallazgo No. 4: Se observó la colocación de mezcla asfáltica modificada bajo condiciones de lluvia en el km 40+700.

En visita técnica realizada por el equipo auditor el día 29 de julio de 2018, se observó la colocación de la mezcla asfáltica modificada. Se estaba colocando la capa de rodamiento final, aproximadamente en el km 40 + 700. Sin embargo, las condiciones climáticas eran inestables, lo que hacía que la caída de lluvia era intermitente y en algunos momentos precipitaba de forma intensa. La situación observada se informó a la Administración por medio del oficio LM-PI-052-2018 del 09 de julio de 2018 (recibido 09-07-2018).

La revisión de las No-conformidades del proyecto determinó que la práctica de colocar mezcla asfáltica en caliente bajo condiciones de lluvia ya había ocurrido en el proyecto. En la no-conformidad No. 26 del 7 de junio de 2018 se indica que se colocó mezcla asfáltica de la capa de rodadura en el carril externo del lado derecho (sentido Abundancia-Florencia) entre las estaciones 39+950 y 40+150, bajo condiciones de lluvia intensa. Del contenido de la no-conformidad No. 26 se evidencia lo siguiente:

“Evaluación de efectos: La mezcla asfáltica en caliente es sumamente susceptible al daño por humedad, en el proceso de colocación cuando aún no se ha sellado ni compactado al nivel requerido por las especificaciones, aún más cuando el agua escurre por la mezcla recién extendida de la pavimentadora.

Causa: Se coloca mezcla asfáltica de la capa de rodadura sin las previsiones suficientes ni las medidas de contingencia que subsanen y proteger la mezcla colocada al momento de la lluvia intensa y aun así se insiste en la colocación con condiciones adversas. (Lluvia Intensa)

Propuesta de solución: Que el Contratista no insista en colocación de Mezcla Asfáltica en caliente y que las Obras queden a satisfacción y con un muy buen nivel de servicio y la calidad de proyecto demanda (Estándar de Alto Nivel)” (Lo resaltado no es del texto original)

El extracto anterior evidencia que la Unidad Ejecutora y la Supervisora del proyecto conocen los efectos negativos que tiene en la durabilidad de la mezcla asfáltica la presencia de agua durante su colocación. De igual forma, se evidencia una debilidad en cuanto al acatamiento por parte del contratista de las directrices de la Administración y la efectividad de los controles durante la ejecución del trabajo.

Como parte de la afectación observada por el equipo auditor, se debe indicar que el riego de liga aplicado se veía alterado, específicamente en la temperatura y en la cantidad de agua en la emulsión. Es conocido que el riego de liga se debe aplicar homogéneamente en

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 66 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



la superficie sobre la cual se colocará la capa con una tasa de dosificación definida en el proyecto con el objetivo único de ligar esta capa con la existente. Para esto se aplica emulsión asfáltica a temperaturas cercanas a 60 °C de manera que se pueda aplicar fácilmente y que esta temperatura en conjunto con las condiciones ambientales permita el rompimiento de la emulsión, que básicamente es la separación del agua del asfalto y su posterior evaporación. Si este proceso no se da, la adhesividad que se busca se podría ver afectada entre otros aspectos negativos. En este sentido, al existir lluvia sobre el riego de liga aplicado, se podría ver inhibido el proceso de rompimiento de la emulsión y además se diluiría en mayor proporción. Considerando que existen pendientes en la vía, la emulsión escurriría sobre la superficie y se perdería la tasa de dosificación aplicada.

En la Figura 45, se puede notar la dilución de la emulsión justo antes del paso de la pavimentadora, donde el color café denota que no ha roto y por lo tanto no aportaría una adherencia deseada. Sin embargo, la mezcla se colocó en estas condiciones. Como aspecto adicional, se puede ver un montículo de mezcla asfáltica colocado aproximadamente 1 metro delante del enrazador de la pavimentadora, el cual fue colocado como trampa con el objetivo que el agua de lluvia en combinación con parte de la emulsión colocada para riego de liga y que escurre por la junta longitudinal, sea detenida y no llegue al punto donde la pavimentadora coloca la capa de ruedo. En esta trampa, esta acumulación de agua con emulsión del riego de liga perdido de la superficie, es eliminada para continuar la colocación de mezcla.



Figura 45. Colocación de mezcla asfáltica sobre riego de liga afectado por lluvia. Estacionamiento 40+700.

Fecha de la fotografía 29-jun-2018. Fuente: LanammeUCR.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 67 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



A pesar de que la lluvia siguió afectando intermitentemente, se observó que la colocación de mezcla asfáltica continuó, siendo en algunos momentos precipitaciones fuertes sobre la mezcla extendida sin compactación. Las Figuras 46 y 47 muestran la cantidad de evaporación de agua provocada por la caída de lluvia sobre la mezcla asfáltica caliente.



Figura 46. Colocación de mezcla asfáltica en condición lluviosa. Estacionamiento 40+600. Fecha de la fotografía 29-jun-2018. Fuente: LanammeUCR.

En la Figura 48 se puede notar la acumulación de agua dentro de la mezcla antes del paso de la compactadora. Se debe indicar que, con la aplicación de la energía de compactación, se observó una cantidad considerable de agua saliendo del interior de la capa recién colocada.



Figura 47. Agua acumulada dentro de la mezcla asfáltica sin compactar. Estacionamiento 40+650. Fecha de la fotografía 29-jun-2018. Fuente: LanammeUCR.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 68 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Figura 48. Compactación evidenciaba una cantidad considerable de agua que salía de la mezcla.
Estacionamiento 40+650.

Fecha de la fotografía 29 de mayo 2018. Fuente: LanammeUCR.

En vista de lo anterior, es claro que la colocación de mezcla asfáltica debe ser compactada a temperaturas específicas, dependiendo del tipo de material utilizado. La susceptibilidad de la mezcla asfáltica para ser óptimamente compactada depende de un proceso constructivo controlado, en donde la temperatura de la mezcla asfáltica empieza a descender aceleradamente al extenderla sobre la superficie, lo que hace que se debe conocer muy bien su comportamiento para aplicar compactación al momento indicado. Si en este proceso se presenta, además de la permanencia de un clima frío existente, la precipitación de lluvia sobre el material caliente, además que se acelerará aún más el descenso de la temperatura, el agua penetrará al interior de la mezcla con muchos vacíos internos, consecuencia de que no tiene compactación. De acuerdo con esto, inicialmente se presenta el riesgo de que la mezcla asfáltica no se compacte, no se logren los vacíos requeridos en la capa de ruedo y no se desempeñe tal como se diseñó.

Por otra parte, se presenta la afectación del agua que penetra entre la mezcla asfáltica, la cual afecta la adherencia entre las partículas que conforman la mezcla asfáltica, promoviendo el desprendimiento de estas y consecuentemente generando deterioros importantes que serían progresivos al corto plazo. Esto es lo que se llama el daño por

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 69 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



humedad provocado a la capa asfáltica. Se debe indicar que los efectos en el desempeño de la mezcla asfáltica pueden no ser visibles al corto plazo, pero la durabilidad de la capa se vería afectada, debiendo la Administración realizar labores de mantenimiento de forma más pronta, sin posibilidad de cargarlas a cuenta del contratista, que si las condiciones constructivas hubiesen sido óptimas.

Hallazgo No. 5: Se evidenció, en la estación 42+150 que el riego de liga no cubrió la totalidad de la superficie donde iba a ser colocada la capa asfáltica.

Durante la colocación de un tramo de mezcla asfáltica convencional sobre la capa de base estabilizada con cemento imprimada aproximadamente en la estación 42+150, se observó que el riego de liga no cubrió la totalidad de la superficie donde iba a ser colocada la capa asfáltica. En la Figura 49, se observan las líneas de ligante asfáltico y entre ellas zonas sin cobertura. Esta situación fue motivo de consulta a la Administración por medio del oficio LM-AT-25-2018 de fecha 21 de febrero de 2018 (recibido 21-02-2018).

El equipo auditor pudo constatar que la tasa de dosificación de riego de liga aplicada es de 0,27 L/m², como se puede observar en la Figura 50. Esta tasa de aplicación se encuentra dentro del rango de tasas especificado por el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras Caminos y Puentes (CR-2010) en su apartado 414.06 "Aplicación del cemento asfáltico":

"(...) Se aplicará la emulsión asfáltica de conformidad con la Subsección 411.08 a una tasa de dosificación de 0,15 a 0,70 litros por metro cuadrado..."

No obstante, se observó que el camión distribuidor de asfalto utilizado para colocar el riego de liga estaba equipado con boquillas de aplicación del tipo 3352205, que tienen capacidad para tasas de 0,91 a 2,49 L/m² según el manual del fabricante del equipo marca "Etryre", como se muestra en las Figura 52 y Figura 53.

El tipo de boquillas empleadas en la barra de riego del camión distribuidor son de mayor abertura, usualmente utilizadas para efectuar riegos de imprimación y no las que deberían de utilizarse según el rango de tasas de dosificación requeridas para el riego de liga especificado por el CR-2010. Esta situación afecta negativamente la calidad del riego de liga y limita la cobertura total y homogénea del área con la emulsión asfáltica sobre la cual será colocada la capa de mezcla asfáltica, ver Figura 49.



Figura 49. Riego de liga aplicado sobre la capa de base estabilizada. Estación 42+150.
Fecha: 16-02-2018. Fuente: LanammeUCR.



Figura 50. Panel de control del camión distribuidor de asfalto. Estación 42+150.
Fecha: 16-02-2018. Fuente: LanammeUCR.



Figura 51. Boquillas del distribuidor de asfalto Fecha de la fotografía: 16-02-2018.
Fuente: LanammeUCR.

Nozzle Application Charts

Ref.	Part No.	Description	Application Gallons Per Square Yard	Application (Metric) Liters Per Square Meter	US Flow Gallons Per Minute Per Foot
1	3353788	V Slot Tack Nozzle 1/8" Rifle Bored	.05 - .20	.23 - 0.91	3.0 - 4.5
	3351013*	V Slot Tack Nozzle 1/16" Coin Slot	.05 - .20	.23 - 0.91	3.0 - 4.5
	3354904	V Slot Tack Nozzle 1/8" Counterbored	.05 - .20	.23 - 0.91	3.0 - 4.5
2	3351008	S36-4 V Slot	.10 - .35	.45 - 1.58	4.0 to 7.5
3	3351009	S36-5 V Slot	.18 - .45	.81 - 2.04	7.0 to 10.0
4	3352368	Multi-Material V Slot	.15 - .40	.68 - 1.81	6.0 to 9.0
5	3351015	3/32" Coin Slot	.15 - .40	.68 - 1.81	6.0 to 9.0
6	3352204	Multi-Material V Slot	.35 - .95	1.58 - 4.30	12.0 to 21.0
7	3355154	End Nozzle (use with 3352204 nozzle)	.35 - .95	1.58 - 4.30	12.0 to 21.0
8	3352205	Multi-Material V Slot	.20 - .55	.91 - 2.49	7.5 to 12.0
9	3352210	End Nozzle (use with 3352205 nozzle)	.20 - .55	.91 - 2.49	7.5 to 12.0
10	3351014	3/16" Coin Slot	.35 - .95	1.58 - 4.30	12.0 to 21.0
11	3351010	1/4" Coin Slot	.40 - 1.10	1.81 - 4.98	15.0 to 24.0

* Special Order

Figura 52. Boquillas de aplicación utilizadas por el fabricante del equipo de aplicación de riego.
Fuente: <https://www.etnyre.com/wp-content/uploads/2018/01/A-149-17R.pdf>
recuperado el 19 de febrero de 2018

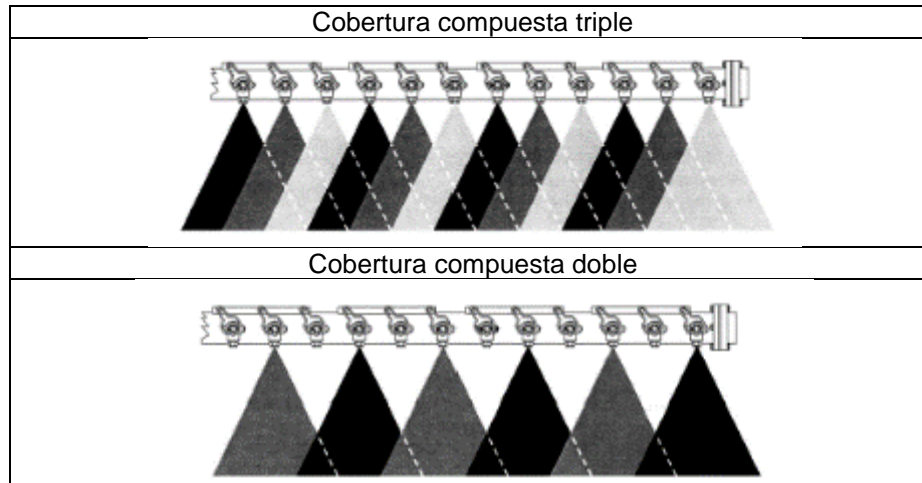


Figura 53. Cobertura compuesta doble o triple de un camión distribuidor.
Fuente: <https://www.etnyre.com/wp-content/uploads/2018/01/A-149-17R.pdf>
recuperado el 19 de febrero de 2018

Es importante recordar que el objetivo del riego de liga es generar la adherencia entre la capa asfáltica y la base sobre la cual va a ser colocada, para que ambas actúen eficientemente y de forma conjunta dentro del paquete estructural, ante las sollicitaciones de la carga de tránsito, evitando que se comporten como capas individuales. Para tales efectos, se debe realizar una correcta aplicación de este riego y asegurar una dosificación homogénea en toda el área de colocación, con una cantidad de emulsión asfáltica suficiente para que el ligante asfáltico pueda ligar la nueva capa.

Del mismo modo, se debe evitar aplicar una cantidad en exceso que pueda afectar la consistencia de la adhesión entre la base y la mezcla asfáltica. La aplicación excesiva de emulsión provoca zonas de acumulación de ligante asfáltico que podrían afectar la adherencia aumentando el riesgo de ocurrencia de deterioros puntuales como desplazamientos o deformaciones de la carpeta asfáltica. La Unidad Ejecutora por medio del oficio UE-DCFQ-025-2018-39 del 7 de marzo de 2018, indicó que en el proyecto se implementó como oportunidad de mejora el cambio del camión distribuidor de asfalto por otro con las boquillas apropiadas, y describió los controles que sobre este procedimiento constructivo estaban implantados en el proyecto. Sin embargo, en la no-conformidad No. 20 de fecha 23 de abril de 2018, se evidencia que la acción correctiva no fue eficiente y efectiva, dado que la Supervisora declara los incumplimientos en la uniformidad de riego de liga durante la construcción de la capa intermedia de mezcla asfáltica como consecuencia de la forma de aplicación y las maniobras de la maquinaria y se reconoce el efecto negativo que esta situación tiene en la adherencia entre las capas del pavimento.



Hallazgo No.6: La losa del puente sobre Río Peje de la Radial Ciudad Quesada presentó agrietamientos transversales como consecuencia de las debilidades en los controles y cuidados ejecutados durante el curado del concreto de la losa.

Durante la visita realizada a la estructura de puente sobre el Río Peje (denominada como E-2) se observaron agrietamientos sobre la losa de diferentes grados de severidad en el sentido transversal con respecto al eje del puente, según se muestra en la Figura 54.



Figura 54. Agrietamientos en losa del puente sobre río Peje (E-2).
Fecha 09 de mayo de 2018. Fuente: LanammeUCR

En vista de la condición evidenciada, por medio del oficio LM-PI-029-2018 del 18 de mayo del 2018 (recibido 18-05-2018), se solicita a la Unidad Ejecutora lo siguiente:

- a) Causas de la condición observada.
- b) Evaluación del nivel de agrietamiento y consecuencias posibles para la estructura, respaldado por el encargado de este tipo de estructuras por parte de la Administración.
- c) Procedimiento de reparación o solución, adjuntando las fichas técnicas de los productos utilizados en la reparación.

La Unidad Ejecutora remite su respuesta por medio del oficio UE-DCFQ-025-2018-094 de 25 de mayo de 2018, donde indica su valoración sobre la condición de agrietamiento del puente. La Unidad Ejecutora afirma que el fisuramiento de la losa es generalizado, según el levantamiento topográfico realizado, el 40% de la losa se encuentra agrietada lo cual compromete su vida útil (Oficio SGS-18-199-BBB del 24 de abril 2017) por lo que abren la no-conformidad No. 21. Ver Figura 55.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 74 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Figura 55. Levantamiento topográfico realizado por la Supervisora del agrietamiento de la losa E-2.
Fuente: Unidad Ejecutora proyecto Abundancia-Florencia.

La condición de agrietamiento requirió de la evaluación de un experto técnico con el fin de determinar la severidad del agrietamiento (Oficio SGS-18-214-BBB del 4 de mayo de 2018). En el "Informe de Supervisión de Estructuras" del 23 mayo de 2018 se indica:

- Fecha y hora de colocación del concreto de la losa: sábado 21 de abril de 2018 entre las 4 pm y 11 pm.
- Secuencia de colocación del concreto: la colada dio inició del lado Este, lado del bastión más alto.
- Temperatura del concreto: el concreto tenía en algunos casos temperaturas de 31 °C y se rechazó un camión con una temperatura de más de 32 grados.
- Revenimiento: Los primeros camiones dieron un revenimiento de más de 20 cm luego de la aplicación en obra de aditivos.
- Finalización de la colada: a las 11 pm aproximadamente se retiró el personal
- Fecha de aparición de las fisuras: domingo 22 de abril de 2018. Se han mantenido invariantes



En el informe el consultor indica: *"Luego este consultor procedió a revisar la losa por debajo del puente y no se observaron grietas ni otros daños visibles"*

Con respecto a esta apreciación, el equipo auditor considera que no es posible determinar si las grietas alcanzaron la parte baja de la losa, dado que el puente está construido con prelosas que son elementos de concreto que se colocan apoyados sobre las vigas y sobre ellos se cola la losa del puente, como se muestra en la Figura 56.



Figura 56. Prelosas del puente E-2.

Fecha de la fotografía 10 de abril 2018. Fuente: LanammeUCR

El criterio profesional del consultor indicado en el *"Informe de Supervisión de Estructuras"* del 23 de mayo de 2018, indica lo siguiente:

*"(...) se trata de un problema de retracción temprana, **debido a la falta inicial de humidificación de la superficie con agua nebulizada y la colocación de una manta gruesa** alrededor de 2 horas después de la colocación del concreto. Esto se agravó por la inclinación de la losa al tender deslizarse, fue sostenida por las barras de acero, excepto en la zona del recubrimiento"* (Lo resaltado no es del texto original)

El Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR (PIE-LanammeUCR), en calidad de experto técnico en puentes realizó una revisión de los documentos remitidos por la Unidad Ejecutora. En el Memorando LM-PIE-22-2018 del 04 de junio de 2018, concluye que no colocar una membrana de curado o algún tipo de solución que mantuviera la humedad de la losa durante el fraguado del concreto es una falta grave. El procedimiento utilizado en este caso particular, donde el colado de la losa se realiza de la parte más elevada de la losa del puente hacia la más baja pudo haber ayudado a que el fisuramiento

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 76 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



tuviera un mayor espesor. Con respecto a la reparación propuesta, el PIE-LanammeUCR no garantiza que todas las fisuras sean rellenadas y por lo tanto no se garantiza la durabilidad de la losa durante la vida útil de 75 años. Además, no se presenta un procedimiento para la detección de grietas con el fin de determinar cuáles se deben inyectar y cuales se deben rellenar por gravedad.

Así las cosas, el Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR recomendó en el Memorando LM-PIE-22-2018 lo siguiente:

" (...) Se presentaron fallas graves en el colado de la losa del puente. Estas fallas pueden impedir que la losa pueda alcanzar una vida útil de 75 años aun con el método de reparación sugerida. Por lo tanto, recomiendo la demolición y reconstrucción de la losa."

Sobre el proceso de colado del concreto el Instituto Americano del Concreto" (ACI por sus siglas en inglés) en su documento *ACI 304R-00 "Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete"* se establece que el método para la compactación del concreto consiste en iniciar la colocación desde el fondo de la pendiente de tal manera que se aumente la compactación por el peso del concreto nuevo que se agrega. En caso contrario, el concreto tiende a segregarse, sobre todo cuando vibra en la parte inferior, puesto que la vibración inicia el flujo, y anula el apoyo del concreto de arriba.

De la información remitida por la Unidad Ejecutora no se evidenció el cumplimiento de las especificaciones y controles durante el colado y curado del concreto estructural que establece el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras Caminos y Puentes, CR-2010, en la *sección 552.10 "Temperatura y condiciones ambientales"*, sobre el rango de temperaturas del concreto justo antes de la colocación (entre 10 °C y 25 °C) en losas de puente, el control de la tasa de evaporación para iniciar el colado, y los métodos de curado del concreto.

Posteriormente, durante la visita del equipo auditor del 9 de junio de 2018 a la losa del puente E-2 se observó la ejecución del procedimiento de reparación de fisuras en la losa. El procedimiento consiste en la aplicación de un material epóxico por gravedad en cada grieta. Se observaron diferencias con respecto al procedimiento especificado por el diseñador de estructuras en cuanto a la colocación del cordón de silicón alrededor de cada fisura. Es importante anotar que el Manual CR-2010 *sección 568 "Pegamentos en concreto estructural"* establece que la reparación de grietas en las estructuras de concreto con epóxico deben realizarse inyectando el pegamento epóxico a presión y no especifica la realización de esta tarea por gravedad, como se muestra en la Figura 57 y Figura 58.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 77 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Figura 57. Colocación por gravedad del material de relleno de grietas en la losa E-2.
Fecha de la fotografía 07-06-2018. Fuente: LanammeUCR.



Figura 58. Grieta rellenada parcialmente con el material de sellado.
Fecha de la fotografía 7 de junio de 2018. Fuente: LanammeUCR

Es criterio del equipo auditor que el riesgo de agrietamiento por retracción temprana durante el colado de la losa no fue controlado de conformidad con las especificaciones vigentes del proyecto. Además, el colado de la losa bajo las condiciones descritas por la Unidad Ejecutora no debió llevarse a cabo dado que afectaría de forma negativa su calidad, como finalmente ocurrió.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 78 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Hallazgo No.7: Se evidenciaron deterioros en los puentes del Tronco Principal de la vía y la Radial Ciudad Quesada como consecuencia de la filtración de agua hacia los apoyos y la discontinuidad de la junta de expansión.

El día 18 de octubre de 2018 se realizó una visita técnica al proyecto con el fin de evaluar la etapa en servicio de la vía y se observó la condición de los puentes construidos sobre la Quebrada San Pedro (E1), río Peje No. 1 (E2) en la radial a Ciudad Quesada, además de sobre el río Peje (E5 y E6) en Florencia. En los estribos de los puentes se observó la presencia de agua y corrosión en las placas metálicas de los apoyos. Esta condición fue objeto de consulta a la Unidad Ejecutora por medio del oficio LM-PI-088-2018 del 24 de octubre de 2018 (recibido el 25/10/2018), sin que a la fecha la Unidad Ejecutora se haya referido a este tema y las características de la reparación efectuada.

Según lo observado, una fuente de infiltración importante hacia la subestructura, específicamente hacia los apoyos, se encuentra en la discontinuidad de las juntas de expansión colocadas que presentan todos los puentes visitados. Se pudo observar que estas juntas se interrumpen justo donde fueron colocadas las barreras de concreto que dividen la calzada de la acera peatonal. En estos sitios el agua tiene la posibilidad de ingresar al sitio de donde se ubican los apoyos y acumularse, generando los deterioros evidenciados (ver **Figura 63**).

En las figuras siguientes se muestra la condición observada para los cuatro puentes visitados. Para el caso del Puente E1, ver Figura 59, se puede ver la coloración en el concreto, debido al exceso de humedad que cae hacia algunos apoyos y sale por la pared del bastión. En las restantes figuras se pueden observar condiciones similares en el resto de los puentes visitados.



Figura 59. Condición de apoyo en bastión de puente Quebrada San Pedro(E1).
Fecha de la fotografía 18 de octubre 2018.Fuente: LanammeUCR.



Figura 60. Condición de apoyos en bastión de puente Río Peje No. 1 (E2).
Fecha de la fotografía 18 de octubre 2018. Fuente: LanammeUCR.



Figura 61. Condición de apoyos en bastión de puente río Peje (E5).
Fecha de la fotografía 18 de octubre 2018. Fuente: LanammeUCR.



Figura 62. Condición de oxidación en algunos apoyos en bastión de puente río Peje(E6).
Fecha de la fotografía 18 de octubre 2018. Fuente: LanammeUCR.



Figura 63. Discontinuidad de junta de expansión en barrera tipo “New Jersey” que divide la calzada de la acera peatonal. Puente Quebrada San Pedro y río Peje (E1 y E2 respectivamente). Fecha de la fotografía 18 de octubre 2018. Fuente: LanammeUCR.

De acuerdo con la normativa vigente en este proyecto, la especificación AASHTO LRFD 2012, que es un documento del cartel, indica que las juntas de puentes deberán detallarse para evitar daños a la estructura provocados por agua, ataques químicos o escombros de la calzada. Las juntas deben evitar la descarga del agua superficial drenada de la losa hacia los apoyos del puente. Por lo tanto, la condición observada se aleja de lo solicitado en el cartel de licitación del proyecto.

La condición observada de los puentes, fue sujeto de seguimiento por parte del equipo auditor durante el primer tercio del año 2019, con el fin de evidenciar las acciones correctivas ejecutadas por la Unidad Ejecutora.

En la vista de seguimiento del 27 de marzo de 2019, se observó en el puente E5 la aplicación de pintura en las placas metálicas de los apoyos como se observa en la Figura 64. Sin embargo, en algunos apoyos se observan brotes de corrosión en algunos puntos, posiblemente ocasionados por las limitaciones de acceso que presenta la ubicación de los apoyos y el nivel de corrosión de las partes que condicionan la aplicación de pintura y su mantenimiento en general. Con respecto a la presencia de agua, se observó una disminución en comparación con la visita del 2018, pero todavía se mantienen las condiciones de humedad.



Figura 64. Reparaciones aparentes en los apoyos del puente río Peje(E5) en Florencia.
Fecha de la fotografía: 27 de marzo 2019. Fuente: LanammeUCR.

Sin embargo, a pesar de lo observado en la figura anterior, durante la vista del 10 de mayo de 2019, se observó nuevamente humedad en exceso y brotes de corrosión en los apoyos del puente E5 en Florencia como se puede observar en la Figura 65. Esta condición evidencia que la medida de mitigación, aparentemente implementada por la Unidad Ejecutora, no es efectiva y mantiene la condición de riesgo de deterioro prematuro de los apoyos. También se observó en esta visita falta de continuidad de la junta de expansión, como se observa en la Figura 66, y la acumulación de basura en esos lugares, que en función del tipo de desecho puede restringir el desplazamiento del puente ocasionando otro tipo de daños en la estructura.



Figura 65. Acumulación de agua y corrosión en algunos apoyos del puente río Peje(E5) en Florencia.

Fecha de la fotografía 10 de mayo de 2019. Fuente: LanammeUCR.



Figura 66. Discontinuidad y acumulación de basura en la junta de expansión del puente río Peje (E5) en Florencia. Fecha de la fotografía 10 de mayo de 2019. Fuente: LanammeUCR.

Es criterio del equipo auditor que la reparación ejecutada tiene limitada efectividad, dado que aún se observan focos de corrosión y humedad, que el problema raíz no ha sido intervenido en términos de la calidad de la impermeabilización y protección que debe proveer la junta de expansión y por las limitaciones de acceso a los apoyos, condicionadas por la forma en que fueron construidos los estribos, que no son favorables para el mantenimiento que se deberá dar a estos elementos a lo largo de la vida útil de los puentes.



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 el desempeño de la estructura del pavimento.

El valor de Regularidad Internacional (IRI) obtenido en el proyecto a nivel de la superficie de ruedo final se encuentra por debajo del valor máximo permitido por la especificación del proyecto. El análisis realizado con los valores medidos en campo para el proyecto y los límites de especificación aceptables, definidos en el CR-2010, permiten concluir que la sección evaluada no excede los límites establecidos para el proyecto, tanto para valores individuales como para media móvil, por lo que el riesgo de afectación al desempeño y los costos de operación del proyecto específicamente por efecto de incumplimientos de regularidad es mínimo. Sin embargo, se evidenció una debilidad técnica por parte de la Unidad Ejecutora al no definir oficialmente las singularidades aprobadas en el proyecto y realizar su evaluación considerando los informes emitidos por los laboratorios de verificación de calidad y autocontrol, dado que se evidencia del análisis realizado por el LanammeUCR que la regularidad superficial no se encuentra afectada por singularidades y se ubica por debajo del valor máximo permitido por la especificación.

Desde el punto de vista de desempeño estructural, en las capas intermedias de la estructura de pavimento construida se encontró evidencia de que su rigidez es menor que la establecida en el diseño del espesor. Específicamente, esta condición se evidenció en las capas de material de base estabilizada y subbase granular donde se presentan las condiciones de menor de rigidez que las esperadas para un pavimento recién construido. Sin embargo, las limitaciones en rigidez se encontraron con mayor frecuencia en dos de los carriles y en porcentajes cercanos al 30%, por lo que no es una condición generalizada en el proyecto. A pesar de ello se determinó que el riesgo de falla por fatiga en las capas de mezcla asfáltica y base estabilizada es bajo, dado que la cantidad de repeticiones de carga (ejes equivalentes de vehículos de carga) para alcanzar la falla por la mayoría de los criterios evaluados es mayor que la cantidad de repeticiones esperadas de diseño, es importante recordar que la cantidad de repeticiones con que se diseñó la mezcla asfáltica modificada de la capa de rodadura esta sobreestimada intencionalmente. Por lo tanto, no existe evidencia sobre un riesgo potencial alto en cuanto a la durabilidad de estructura, bajo las condiciones de análisis e información disponible durante la ejecución de este informe.

En relación con las condiciones de fricción superficial, la mayoría de los tramos de la ruta presentan una condición “Buena” según el coeficiente de fricción obtenido. Aun así, en los

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 85 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



carriles del sentido Abundancia-Florencia, un 42,9% de los tramos evaluados del carril externo y un 29,8% del carril interno presentan una condición regular, característica que se encuentran en pavimentos con un alto grado de exudación y pérdida de textura. Los tramos evaluados con condiciones muy deslizantes muestran frecuencias por debajo del 1,7%. En el sentido Florencia-Abundancia las condiciones de fricción se mantienen predominantemente en la categoría “buena”. El carril interno muestra un porcentaje de tramos en condición “regular” de un 24,1%. En general, se concluye que el proyecto tiene condiciones de fricción predominantemente poco deslizantes y con una probabilidad moderada de accidente. No obstante, existen tramos representativos donde las condiciones de fricción medidas son más deslizantes y consecuentemente el riesgo de accidente aumenta.

Sobre la calidad de los materiales

De los resultados de verificación de calidad y los obtenidos por el LanammeUCR, se concluye que es responsabilidad de la Administración el hecho de que el proyecto se ejecutara con incumplimientos en algunos de los parámetros de control de calidad del material de base estabilizada y mezcla asfáltica. En dado caso, si el proyecto es recibido bajo estas condiciones, la Administración estaría asumiendo un riesgo que no le corresponde según los términos del cartel. De los datos analizados se evidenció que el proceso de producción de la base estabilizada con cemento no estuvo controlado de forma efectiva ya que un alto porcentaje de los resultados se mantuvieron por encima del máximo valor permitido por la especificación del CR-2010 y no se evidencia la aplicación de medidas correctivas para mejorar el proceso. Es importante aclarar que, aunque el material presente un exceso de resistencia, al momento de realizar la prueba de compresión confinada, no implica necesariamente que el material logre alcanzar el módulo resiliente de diseño, y que en su lugar se aumenta el riesgo de agrietamientos debidos a ese exceso de rigidez

Con respecto al comportamiento a fatiga de la mezcla asfáltica colocada se concluye que los resultados promedio de las muestras evaluadas muestran una tendencia por debajo de los límites de especificación lo que implica la posibilidad de que exista un riesgo potencial de fisuramiento prematuro en la capa de mezcla asfáltica.

Los resultados obtenidos de las pruebas de deformación permanente efectuados a las muestras de mezcla asfáltica evidencian una tendencia a mantener valores por debajo del límite máximo aceptable. Por lo tanto, se concluye que, para las muestras ensayadas, el riesgo es bajo en cuanto a que el desempeño de la mezcla asfáltica por deformación permanente no sea satisfactorio.

La mezcla asfáltica modificada producida presentó incumplimientos en los parámetros de vacíos llenos de asfalto y su graduación; específicamente en las mallas 3/8”, N°4 y N°8. El

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 86 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



nivel de incumplimiento del parámetro VFA (vacíos llenos de asfalto) es tal que, para ninguno de los lotes evaluados, satisface los requisitos mínimos establecidos por el CR-2010. Esta condición representa un riesgo potencial en cuanto al nivel de estabilidad de la mezcla y la resistencia al resbalamiento (fricción superficial) que pueda tener la superficie de ruedo.

Sobre los procedimientos constructivos.

En general, la colocación de mezcla asfáltica bajo lluvia es una práctica inaceptable en la construcción de carreteras y no es de recibo en proyectos de construcción de la Red Vial Estratégica y de Alta Capacidad donde debe existir un alto nivel de control y calidad de los procesos de construcción, por lo que este hecho evidencia falta de rigurosidad en las tareas de control de los trabajos y debilidades cartelerías en cuanto a las posibles sanciones. Es ampliamente conocido en el ámbito técnico de la ingeniería de carreteras, y en Costa Rica ha sido un tema difundido por el LanammeUCR en diferentes foros y publicaciones, la importancia que tiene la temperatura de la mezcla asfáltica durante su proceso de colocación, compactación y desempeño y son igualmente conocidos los efectos negativos que la lluvia tiene en dichas variables y la susceptibilidad del daño por humedad, que pueden no ser visibles al corto plazo, pero la durabilidad de la capa se vería afectada durante la etapa de operación de la vía, debiendo la Administración realizar labores de mantenimiento de forma más pronta que si las condiciones constructivas hubiesen sido óptimas y posiblemente sin poder establecer reclamos con respecto a los deterioros que eventualmente ocurrirían.

Una situación análoga se observó con respecto a la falta de uniformidad del riego de liga en la construcción de las capas intermedias de mezcla asfáltica. El LanammeUCR, se ha manifestado sobre la importancia que tiene una adecuada adherencia entre capas y su relación directa con la calidad del riego, como por ejemplo en documentos técnicos como la “Guía para Inspectores Aplicación de Riego de Liga” (Guerrero-Aguilera, et al 2015). Es así como en proyectos de esta categoría tampoco es de recibo que persistan estas prácticas y también se evidencien debilidades en cuanto a la efectividad de los mecanismos de control implementados por la Administración y debilidades en la parte sancionatoria del cartel.

Con base en el criterio del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR(PIE-LanammeUCR), la losa del puente E-2 no fue construida con la calidad que requiere el proyecto por lo que la posibilidad de su demolición y reconstrucción debió ser valorada por la Unidad Ejecutora. El procedimiento de reparación propuesto no garantiza que todas las fisuras se vayan a rellenar y por lo tanto, no se garantiza la impermeabilización de la losa, consecuentemente existe el riesgo de que el elemento no alcance la durabilidad esperada de 75 años (AASHTO LRFD, 2012) y puedan ocurrir deterioros fuera del periodo de garantía

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 87 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



del contrato que obliguen a la Administración a aplicar actividades de mantenimiento prematuras, que eventualmente influirían en afectaciones a los usuarios por demoras relacionadas con cierres en el puente para ejecutar intervenciones.

Las discontinuidades en las juntas de expansión de los puentes afectan la durabilidad de éstos, provocarán de forma prematura el deterioro de las placas de los apoyos, facilitan la acumulación de basura y pueden limitar el comportamiento estructural de los puentes, y generar reparaciones prematuras y necesidad de realizar inspecciones detalladas en los puentes. La aparente reparación ejecutada, tiene limitada efectividad, dado que aún se observan focos de corrosión y humedad, porque el problema raíz no ha sido intervenido en términos de la calidad de la impermeabilización y protección que debe proveer la junta de expansión y por las limitaciones de acceso a los apoyos, condicionadas por la forma en que fueron construidos los estribos, que de todas formas no son favorables para el mantenimiento que se deberá dar a estos elementos a lo largo de la vida útil de los puentes.

12. RECOMENDACIONES

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

A la Dirección Ejecutiva del CONAVI:

- Se recomienda instruir a las Unidades Ejecutoras sobre la importancia de la aplicación de herramientas estadísticas para evaluar tanto el cumplimiento de especificaciones como la variabilidad de los procesos de producción de materiales que se incorporan a las obras, como herramienta de control del proceso de producción y verificación de calidad de materiales, con el fin de no obviar incumplimientos en la calidad de los materiales utilizados, a pesar de que el cartel no tenga las características para aplicar el pago en función de la calidad bajo el supuesto que el riesgo es de quien construye la obra.
- Se recomienda a la Administración prohibir explícitamente en los carteles de construcción y mantenimiento de carreteras la colocación de mezcla asfáltica bajo condiciones de lluvia por las consecuencias negativas ya indicadas. Por otra parte, es importante establecer la sanción dentro del cartel para quienes permitan y ejecuten dicha acción, así como la acción correctiva pertinente cuando se compruebe el hecho.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 88 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



- Considerar la inclusión en los carteles de licitación y las especificaciones una serie de regulaciones sobre la actividad de colocación del riego de liga y la necesidad de brindar el tiempo de espera adecuado para que la emulsión tenga un rompimiento efectivo y se estabilice para garantizar una adherencia necesaria. Se sugiere como referencia a (Guerrero-Aguilera, PITRA-Lanamme, 2016). De igual forma, es importante establecer la sanción dentro del cartel para quienes permitan y ejecuten dicha acción, así como la acción correctiva pertinente cuando se compruebe el hecho.
- Establecer un mecanismo a nivel interno de control de proyectos similar a un expediente único en términos de la disponibilidad de los estudios básicos y diseños del proyecto de cada contratación, de forma que las Gerencias encargadas de la obra puedan consultar cada una de sus tareas atinentes durante la contratación y ejecución de la obra. Es importante que antes de iniciar el proceso constructivo, se tengan especificaciones y planos constructivos completos y que estén de acuerdo con la normativa nacional vigente y buenas prácticas de la ingeniería, en procura de asegurar la calidad del proyecto y el resguardo de la inversión pública.

A la Unidad Ejecutora:

- Monitorear el desempeño del pavimento para detectar la presencia de deterioros prematuros a fin de ejecutar oportunamente actividades de mantenimiento que eviten la aparición de deterioros más severos que afecten funcionalmente el tramo y estos deban ser atendidos por medio de actividades de conservación vial no previstas para esta ruta y, conforme pasa el tiempo y la severidad del deterioro, intervenciones de mayor costo.
- Es importante que la Administración haga una revisión de las situaciones mostradas, de tal forma que se tomen acciones correctivas de forma oportuna, para evitar afectaciones en la durabilidad de los puentes, específicamente en los apoyos, y que este tipo de experiencias sean consideradas en futuros proyectos. Estas consideraciones deben informarse a la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y al Departamento encargado del Sistema de Administración de Puentes de forma tal que tengan conocimiento de las condiciones observadas y puedan dar seguimiento requerido para un mantenimiento óptimo.

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 89 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



13. REFERENCIAS

- Barrantes Jiménez, R., Sanabria Sandino, J., & Loría Salazar, L. (2013). *Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica Años 2012-2013*. San José: LanammeUCR, Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA).
- Camacho-Garita, E., Leiva-Villacorta, F., Aguiar-Moya, J., & Loria-Salazar, L. (2014). *Proceso constructivo PaveLab (LM-PI-UMP-027-R1)*. Costa Rica: Unidad de Materiales y Pavimentos Programa de infraestructura del transporte (PITRA)_LanammeUCR.
- Cervantes-Calvo, V., & Salas-Chaves, M. (mayo de 2016). *Causas y Consecuencias de la exudación, Boletín Técnico No. 7 vol. 6 PITRA-LanammeUCR*. Obtenido de http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/imagenes/boletines/Boletin_PITRA_6_-_2016.pdf
- Guerrero-Aguilera, S. (2015). *Buenas prácticas constructivas en la aplicación de riego de liga para la colocación de sobrecapas asfálticas*. LanammeUCR, PITRA. San José: PITRA.
- Guerrero-Aguilera, S. (5 de diciembre de 2016). *PITRA-Lanamme*. Obtenido de Lanamme: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/imagenes/productos-PITRA/Publicaciones/especiales>
- Horak, E. (1987). *Aspects of deflection basin parameters used in a mechanistic rehabilitation design procedure for flexible pavements in South Africa (Doctoral dissertation)*. University of Pretoria.
- Horak, E. (2008). Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 50(2), 2-9.
- LanammeUCR. (2008). *Proyecto N° UI-PE-03-08: Variaciones a los rangos para la clasificación estructural de la Red Vial Nacional de Costa Rica*. San Pedro de Montes de Oca: LanammeUCR.
- Loría, L. G., Camacho Garita, E., & Leiva Villacorta, F. (22 de 08 de 2018). *Diagnóstico de ni linealidad de materiales granulares y suelos mediante el uso de técnicas deflectométricas*. Obtenido de LanammeUCR: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/777/CILA%202015%20-%20DIAGN%3%93STICO%20DE%20NO%20LINEALIDAD%20DE%20MATERIALES%20GRANULARES%20Y%20SUELOS%20MEDIANTE%20EL%20USO%20DE%20T%3%89CNICAS%20DEFLECTOM%3%89TRICAS.pdf?sequenc>
- MOPT. (1977). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.
- MOPT. (2001). *Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial*. San José.
- Saleh F., M. (2015). Multi-Scale Criteria for Structural Capacity Evaluation of Flexible Pavements at Network Level. *In Transportation Research Board 94th Annual Meeting (No. 15-2397)*.
- Saleh F., M. (2016b). A Mechanistic Empirical Approach for the Evaluation of the Structural Capacity and Remaining Service Life of Flexible Pavements at the Network Level. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 43(8), 749-758. doi:10.1139/cjce-2016-0060



Talvik, O., & Aavik, A. (2009). Use of FWD deflection basin parameters (SCI, BDI, BCI) for pavement condition assessment. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 4(4), 196-196.

EQUIPO AUDITOR		
<p>Preparado por: Ing. Erick Acosta Hernández Auditor Técnico</p>	<p>Preparado por: Ing. Mauricio Picado Muñoz Auditor Técnico</p>	<p>Preparado por: Ing. Mauricio Salas Chaves Auditor Técnico</p>
<p>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>	<p>Visto Bueno de Legalidad: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR</p>



ANEXOS

Anexo A.1. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de setiembre de 2017

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	5260-17	11/09/2017	100	97	82	41	13	6,5
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-469-17	21/09/2017	100	96	79	41	11	4,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-492-17	29/09/2017	100	85	77	48	12	4,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-493-17	29/09/2017	100	95	79	40	12	5,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-494-17	29/09/2017	100	94	79	40	11	5,0
Promedio (\bar{x})				100,0	93,4	79,2	42,0	11,8	4,9
Desviación estándar (S)				0,0	4,8	1,8	3,4	0,8	1,0
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				5	5	5	5	5	5
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	1,37	8,27	7,96	15,78	2,05
Índice de calidad inferior (ICI)				-	2,8	8,5	0,6	2,2	0,9
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	0,1%	0,1%	0,0%	5,5%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	2,5%	0,1%	29,4%	4,9%	21,5%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	2,5%	0,1%	29,4%	4,9%	27,0%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	50,0%	50,0%	45,0%	50,0%	45,0%
Factor de pago				-	100%	100%	90,5%	100%	93%



Anexo A.2. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de octubre de 2017

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	5487-17	02/10/2017	100	88	81	43	14	6,6
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-504-17	09/10/2017	100	82	71	46	13	6,0
ITP-1083-17	Planta EuroConcretos	LSC-505-17	09/10/2017	100	93	78	37	11	5,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-507-17	09/10/2017	100	95	79	40	12	5,0
ITP-1083-17	Planta EuroConcretos	LSC-514-17	12/10/2017	100	89	76	50	12	3,0
ITP-1083-17	Prueba Finisher	LSC-515-17	12/10/2017	100	94	77	38	12	6,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-525-17	18/10/2017	100	98	95	43	14	6,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-541-17	19/10/2017	100	97	90	35	11	5,0
ITP-1083-17	Constructora Herrera	LSC-542-17	19/10/2017	100	89	82	43	11	4,0
ITP-1083-17	Constructora Herrera	LSC-543-17	19/10/2017	100	90	83	39	8	2,3
ITP-1083-17	Constructora Herrera	LSC-544-17	19/10/2017	100	86	77	49	11	3,0
ITP-1083-17	Tajo Moja Huevo	LSC-549-17	20/10/2017	100	98	91	43	14	6,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-590-17	30/10/2017	100	98	91	39	13	6,0
Promedio (\bar{X})				100,0	92,1	82,4	41,9	12,0	4,9
Desviación estándar (S)				0,0	5,2	7,2	4,5	1,7	1,4
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				13	13	13	13	13	13
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	1,53	1,61	5,99	7,72	1,48
Índice de calidad inferior (ICI)				-	2,3	2,5	0,4	1,2	0,7
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	6,7%	0,0%	0,0%	8,2%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	1,9%	1,3%	33,9%	12,9%	26,4%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	1,9%	8,0%	33,9%	12,9%	34,6%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	42,8%	42,8%	37,8%	42,8%	37,8%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	78,5%	100,0%	78,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 93 de 152
----------------------	--------------------------------	------------------



Anexo A.3. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de noviembre de 2017

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-601-17	01/11/2017	100	95	88	38	12	5,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-612-17	03/11/2017	100	95	87	40	13	7,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-614-17	04/11/2017	100	98	91	41	13	7,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-619-17	05/11/2017	100	97	87	37	11	5,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-623-17	06/11/2017	100	97	90	40	12	6,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-626-17	07/11/2017	100	96	89	40	12	5,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-646-17	14/11/2017	100	99	95	42	14	7,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-648-17	15/11/2017	100	97	92	41	12	6,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-659-17	17/11/2017	100	100	98	48	16	7,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-666-17	18/11/2017	100	99	93	42	13	6,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-676-17	19/11/2017	100	99	94	42	14	7,0
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-680-17	20/11/2017	100	100	99	46	15	7,0
ITP-1197-17	Planta EuroConcretos	LSC-682-17	21/11/2017	100	100	82	44	13	6,5
ITP-1197-17	Tajo Moja Huevo	LSC-687-17	22/11/2017	100	100	97	46	15	7,0
Promedio (\bar{x})				100,0	98,0	91,6	41,9	13,2	6,3
Desviación estándar (S)				0,0	1,8	4,8	3,1	1,4	0,8
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				14	14	14	14	14	14
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	1,09	0,50	8,66	8,28	0,82
Índice de calidad inferior (ICI)				-	9,8	5,7	0,6	2,3	2,8
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	31,1%	0,0%	0,0%	21,2%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,0%	27,4%	2,1%	0,7%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	31,1%	27,4%	2,1%	21,9%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	42,2%	42,2%	37,2%	42,2%	37,2%
Factor de pago				-	100,0%	86,0%	84,5%	100,0%	90,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.4. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de diciembre de 2017

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-706-17	04/12/2017	100	100	93	37	11	5,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-711-17	05/12/2017	100	100	94	45	14	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-713-17	05/12/2017	100	100	96	44	15	8,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-720-17	07/12/2017	100	100	95	41	14	8,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-728-17	09/12/2017	100	100	96	41	14	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-730-17	10/12/2017	100	100	94	40	13	5,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-734-17	11/12/2017	100	100	93	39	13	6,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-737-17	12/12/2017	100	100	94	43	14	6,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-746-17	13/12/2017	100	100	94	42	14	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-747-17	14/12/2017	100	100	94	42	14	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-755-17	15/12/2017	100	100	95	41	14	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-756-17	16/12/2017	100	100	94	41	14	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-764-17	17/12/2017	100	100	94	44	15	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-765-17	18/12/2017	100	100	94	43	15	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-769-17	19/12/2017	100	100	94	45	15	7,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-779-17	20/12/2017	100	100	96	43	14	6,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-789-17	21/12/2017	100	100	94	44	16	9,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-790-17	22/12/2017	100	100	91	42	14	6,0
ITP-1314-17	Planta EuroConcretos	LSC-803-17	29/12/2017	100	100	91	43	13	5,0
Promedio (\bar{X})				100,0	100,0	94,0	42,1	14,0	6,7
Desviación estándar (S)				0,0	0,0	1,4	2,1	1,1	1,1
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				19	19	19	19	19	19
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	0,00	13,11	10,44	0,30
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	21,8	1,0	3,8	2,5
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	50,0%	0,0%	0,0%	38,4%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	0,0%	15,9%	0,1%	1,0%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	50,0%	15,9%	0,1%	39,5%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	39,9%	39,9%	34,9%	39,9%	34,9%
Factor de pago				-	100,0%	Rechazo	93,5%	100,0%	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.5. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de enero de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-001-18	04/01/2018	100	100	90	37	10	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-003-18	05/01/2018	100	100	93	43	13	6,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-007-18	08/01/2018	100	100	93	37	11	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-010-18	09/01/2018	100	100	96	40	11	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-012-18	09/01/2018	100	100	96	43	12	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-018-18	10/01/2018	100	99	94	42	12	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-019-18	10/01/2018	100	100	95	44	12	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-032-18	12/01/2018	100	100	95	40	12	6,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-033-18	11/01/2018	100	100	95	41	12	6,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-038-18	13/01/2018	100	100	94	42	13	5,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-049-18	22/01/2018	100	100	91	38	12	6,0
ITP-091-18	Planta EuroConcretos	LSC-050-18	22/01/2018	100	100	92	45	13	6,5
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-058-18	23/01/2018	100	100	94	38	13	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-065-18	24/01/2018	100	100	95	42	13	7,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-076-18	26/01/2018	100	100	95	39	12	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-088-18	27/01/2018	100	100	97	44	12	5,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-094-18	29/01/2018	100	100	95	37	11	5,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-098-18	30/01/2018	100	100	97	40	11	5,0
Promedio (\bar{x})				100,0	99,9	94,3	40,7	11,9	5,5
Desviación estándar (S)				0,0	0,2	1,9	2,6	0,9	0,7
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				18	18	18	18	18	18
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,24	-0,15	10,85	14,96	2,26
Índice de calidad inferior (ICI)				-	84,6	15,9	0,3	2,2	2,3
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	55,7%	0,0%	0,0%	1,9%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,0%	40,1%	2,0%	1,6%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	55,7%	40,1%	2,0%	3,5%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	40,3%	40,3%	35,3%	40,3%	35,3%
Factor de pago				-	100,0%	Rechazo	Rechazo	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.6. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de febrero de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-112-18	01/02/2018	100	100	97	40	11	5,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-115-18	02/02/2018	100	100	97	40	11	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-123-18	05/02/2018	100	100	96	40	12	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-129-18	06/02/2018	100	100	96	41	11	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-141-18	10/02/2018	100	100	96	40	11	5,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-151-18	08/02/2018	100	100	97	41	12	6,0
ITP-209-18	Tajo Moja Huevo	LSC-162-18	09/02/2018	100	100	96	38	10	4,0
ITP-209-18	Tajo Moja Huevo	LSC-169-18	11/02/2018	100	100	95	42	13	6,0
ITP-209-18	Tajo Moja Huevo	LSC-191-18	14/02/2018	100	100	91	42	12	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-201-18	15/02/2018	100	100	90	44	13	6,0
ITP-209-18	Tajo Moja Huevo	LSC-211-18	19/02/2018	100	100	92	42	12	6,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-222-18	20/02/2018	100	100	86	31	9	4,0
ITP-209-18	Planta EuroConcretos	LSC-227-18	23/02/2018	100	100	88	32	9	4,0
ITP-209-18	Tajo Moja Huevo	LSC-232-18	24/02/2018	100	100	89	40	12	5,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-243-18	26/02/2018	100	100	93	41	12	6,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-250-18	28/02/2018	100	100	93	42	12	5,0
ITP-334-18	Tajo Moja Huevo	LSC-251-18	28/02/2018	100	100	94	42	12	5,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-254-18	28/02/2018	100	100	94	45	13	6,0
Promedio (\bar{x})				100,0	100,0	93,3	40,2	11,5	5,4
Desviación estándar (S)				0,0	0,0	3,4	3,5	1,2	0,8
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				18	18	18	18	18	18
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	0,20	8,16	11,25	2,07
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	8,7	0,0	1,2	1,8
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	42,3%	0,0%	0,0%	2,7%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	0,0%	48,1%	11,4%	4,6%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	42,3%	48,1%	11,4%	7,3%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	40,3%	40,3%	35,3%	40,3%	35,3%
Factor de pago				-	100,0%	Rechazo	Rechazo	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.7. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de marzo de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-259-18	01/03/2018	100	100	90	37	10	4,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-270-18	02/03/2018	100	100	93	43	12	6,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-277-18	05/03/2018	100	100	95	48	14	6,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-286-18	07/03/2018	100	100	91	36	11	5,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-302-18	11/03/2018	100	100	91	40	12	6,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-331-18	19/03/2018	100	100	92	41	12	5,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-337-18	20/03/2018	100	100	93	43	13	6,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-348-18	21/03/2018	100	100	92	41	11	5,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-356-18	23/03/2018	100	100	91	35	11	5,0
ITP-334-18	Planta EuroConcretos	LSC-364-18	25/03/2018	100	100	95	43	11	5,0
Promedio (\bar{x})				100,0	100,0	92,3	40,7	11,7	5,3
Desviación estándar (S)				0,0	0,0	1,7	3,9	1,2	0,7
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				10	10	10	10	10	10
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	1,00	7,22	11,47	2,52
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	16,6	0,2	1,5	1,9
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	17,2%	0,0%	0,0%	1,6%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	0,0%	43,1%	8,8%	4,3%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	17,2%	43,1%	8,8%	6,0%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	44,7%	44,7%	39,7%	44,7%	39,7%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	Rechazo	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.8. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para el mes de abril de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-459-18	Tajo Moja Huevo	LSC-378-18	02/04/2018	100	100	91	42	11	5,0
ITP-459-18	Tajo Moja Huevo	LSC-385-18	04/04/2018	100	100	88	41	11	5,0
ITP-459-18	Tajo Moja Huevo	LSC-391-18	05/04/2018	100	100	92	44	11	5,0
ITP-459-18	Planta EuroConcretos	LSC-399-18	06/04/2018	100	100	94	50	15	5,6
ITP-459-18	Tajo Moja Huevo	LSC-400-18	06/04/2018	100	100	92	37	11	4,7
ITP-459-18	Planta EuroConcretos	LSC-409-18	07/04/2018	100	100	94	42	12	5,0
ITP-459-18	Planta EuroConcretos	LSC-418-18	09/04/2018	100	100	91	41	13	6,0
ITP-459-18	Tajo Moja Huevo	LSC-423-18	10/04/2018	100	100	91	47	11	4,4
ITP-459-18	Planta EuroConcretos	LSC-428-18	10/04/2018	100	100	88	37	10	5,0
ITP-459-18	Planta EuroConcretos	LSC-438-18	13/04/2018	100	100	92	44	13	5,0
ITP-459-18	Planta EuroConcretos	LSC-469-18	23/04/2018	100	100	90	43	13	6,0
Promedio (\bar{x})				100,0	100,0	91,2	42,5	11,9	5,2
Desviación estándar (S)				0,0	0,0	2,0	3,8	1,4	0,5
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				11	11	11	11	11	11
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	1,42	6,91	9,05	3,66
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	13,7	0,7	1,3	2,3
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	9,4%	0,0%	0,0%	0,2%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	0,0%	26,1%	10,8%	2,3%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	9,4%	26,1%	10,8%	2,5%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	44,0%	44,0%	39,0%	44,0%	39,0%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	87,5%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.9. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para los meses de mayo y junio de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-505-18	05/05/2018	100	100	93	48	13	5,6
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-512-18	07/05/2018	100	100	91	48	12	5,6
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-517-18	08/05/2018	100	100	90	43	13	5,5
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-522-18	09/05/2018	100	100	91	45	14	5,4
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-527-18	10/05/2018	100	100	93	44	13	5,3
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-566-18	17/05/2018	100	100	93	43	13	6,3
ITP-575-18	Planta EuroConcretos	LSC-572-18	19/05/2018	100	100	92	43	12	5,8
ITP-697-18	Tajo Carca	LSC-607-18	29/05/2018	100	87	72	32	9	4,7
ITP-697-18	Tajo Carca	LSC-611-18	31/05/2018	100	96	82	42	13	6,2
ITP-697-18	Tajo Carca	LSC-644-18	15/06/2018	100	89	74	37	11	5,5
ITP-697-18	Tajo Carca	LSC-646-18	16/06/2018	100	84	71	36	12	5,7
ITP-697-18	Tajo Carca	LSC-653-18	19/06/2018	100	92	77	46	14	7,0
Promedio (x̄)				100,0	95,7	84,9	42,3	12,4	5,7
Desviación estándar (S)				0,0	6,0	9,0	4,9	1,4	0,6
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				12	12	12	12	12	12
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,72	1,01	5,46	9,13	2,23
Índice de calidad inferior (ICI)				-	2,6	2,3	0,5	1,8	3,0
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	16,8%	0,0%	0,0%	2,4%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	1,2%	2,0%	32,8%	5,4%	0,6%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	1,2%	18,8%	32,8%	5,4%	3,0%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	43,4%	43,4%	38,4%	43,4%	38,4%
Factor de pago				-	100,0%	99,5%	80,5%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.10. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del Autocontrol para los meses de julio y agosto de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
ITP-821-18	Radial Est. 0+500 LD	LSC-722-18	10/07/2018	100	90	74	42	11	7,0
ITP-821-18	Radial Est. 0+620	LSC-728-18	12/07/2018	100	91	75	41	11	5,5
ITP-821-18	Radial Est. 0+340 LD	LSC-733-18	13/07/2018	100	93	77	41	14	6,0
ITP-821-18	Radial Est. 0+250 LD	LSC-749-18	20/07/2018	100	93	75	40	12	6,0
ITP-821-18	Radial Est. 0+180 LI	LSC-750-18	21/07/2018	100	92	73	41	11	7,0
ITP-919-18	Radial Est. 0+080 LI	LSC-772-18	27/07/2018	100	89	71	35	12	7,2
ITP-919-18	Radial Est. 0+025 LI	LSC-781-18	29/07/2018	100	85	69	35	14	8,0
ITP-919-18	Radial Est. 0+060 LI	LSC-782-18	29/07/2018	100	89	70	36	13	7,1
ITP-919-18	Tajo Carca	LSC-817-18	09/08/2018	100	87	74	44	16	7,8
ITP-919-18	Tajo Carca	LSC-825-18	11/08/2018	100	90	75	47	17	8,4
ITP-919-18	Tajo Carca	LSC-837-18	13/08/2018	100	91	76	48	16	6,2
ITP-919-18	Tajo Carca	LSC-838-18	14/08/2018	100	89	74	51	16	6,3
Promedio (\bar{x})				100,0	89,9	73,6	41,8	13,6	6,9
Desviación estándar (S)				0,0	2,4	2,4	5,1	2,2	0,9
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				12	12	12	12	12	12
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	4,28	8,40	5,34	5,11	0,14
Índice de calidad inferior (ICI)				-	4,2	3,9	0,3	1,6	3,2
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	0,0%	0,0%	0,0%	44,6%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,1%	0,1%	36,9%	6,9%	0,4%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,1%	0,1%	36,9%	6,9%	45,0%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	43,4%	43,4%	38,4%	43,4%	38,4%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	76,5%	100,0%	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.11. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para los meses de setiembre 2017, octubre 2017 y noviembre 2017

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-1600-2017	Quebrador Moja Huevos	01-22499-17	13/09/2017	100	92	75	34	9	3,6
01-1704-2017	Quebrador Los Herrera	01-23741-17	02/10/2017	100	82	72	44	10	3,5
01-1649-2017	Quebrador Moja Huevos	01-22499-17	13/09/2017	100	96	79	40	12	5,7
16-0080-2017	Quebrador Moja Huevos	16-2097-17	21/11/2017	100	100	97	42	13	4,5
01-1987-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1994-17	09/11/2017	100	95	88	39	11	5,2
01-1987-2017	Quebrador Moja Huevos	16-2050-17	15/11/2017	100	96	88	39	13	5,8
01-1987-2017	Quebrador Moja Huevos	01-27758-17	18/11/2017	100	98	92	37	6	2,4
01-1987-2017	Quebrador Moja Huevos	16-2092-17	20/11/2017	100	96	83	38	12	5,2
01-1987-2017	Quebrador Moja Huevos	01-28346-17	22/11/2017	100	99	97	37	11	4,2
16-0072-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1896-17	30/10/2017	100	96	89	40	10	4,6
16-0073-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1910-17	01/11/2017	100	94	85	34	13	6,1
16-0073-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1916-17	03/11/2017	100	94	87	35	12	4,7
16-0073-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1945-17	04/11/2017	100	97	89	34	11	4,0
16-0073-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1950-17	05/11/2017	100	95	84	33	13	6,8
16-0073-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1955-17	03/11/2017	100	98	90	35	11	4,7
16-0073-2017	Quebrador Moja Huevos	16-1965-17	07/11/2017	100	97	89	36	13	4,9
Promedio (\bar{x})				100,0	95,3	86,5	37,3	11,3	4,7
Desviación estándar (S)				0,0	4,1	6,9	3,2	1,9	1,1
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				16	16	16	16	16	16
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	1,15	1,09	9,97	7,31	2,07
Índice de calidad inferior (ICI)				-	3,8	3,3	-0,8	0,7	0,7
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	14,6%	0,0%	0,0%	2,8%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,1%	0,3%	79,5%	25,8%	25,3%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,1%	14,8%	79,5%	25,8%	28,1%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	41,2%	41,2%	35,2%	41,2%	35,2%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	Rechazo	90,0%	83,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 102 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo A.12. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para el mes de diciembre de 2017

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-0001-2018	Quebrador Moja Huevos	01-30515-17	17/12/2017	100	100	92	37	10	4,1
01-0001-2018	Quebrador Moja Huevos	01-30516-17	18/12/2017	100	100	92	34	12	4,5
01-0001-2018	Quebrador Moja Huevos	01-30518-17	19/12/2017	100	100	95	37	12	4,7
01-0001-2018	Quebrador Moja Huevos	01-30519-17	20/12/2017	100	100	93	41	13	4,9
01-0001-2018	Quebrador Moja Huevos	01-30521-17	15/12/2017	100	100	92	33	9	4,0
01-0001-2018	Quebrador Moja Huevos	01-30522-17	16/12/2017	100	100	92	33	9	4,0
01-2090-2017	Quebrador Moja Huevos	01-30164-17	13/12/2017	100	100	94	42	10	4,2
01-2090-2017	Quebrador Moja Huevos	01-30165-17	14/12/2017	100	100	89	40	10	5,2
01-2093-2017	Quebrador Moja Huevos	01-29083-17	04/12/2017	100	100	92	41	10	4,1
16-006-2018	Quebrador Moja Huevos	16-2422-17	21/12/2017	100	100	94	43	14	6,3
16-006-2018	Quebrador Moja Huevos	16-2431-17	22/12/2017	100	99	91	38	12	2,9
16-006-2018	Quebrador Moja Huevos	16-2436-17	27/12/2017	100	100	93	40	12	4,0
16-006-2018	Quebrador Moja Huevos	16-2441-17	28/12/2017	100	99	91	38	20	5,4
16-006-2018	Quebrador Moja Huevos	16-2446-17	29/12/2017	100	100	90	40	15	6,6
Promedio (\bar{X})				100,0	99,9	92,1	38,4	12,0	4,6
Desviación estándar (S)				0,0	0,4	1,6	3,2	2,9	1,0
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				14	14	14	14	14	14
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,39	1,15	9,43	4,43	2,40
Índice de calidad inferior (ICI)				-	54,7	17,5	-0,5	0,7	0,6
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	13,5%	0,0%	0,0%	1,6%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,0%	68,9%	25,4%	26,5%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	13,5%	68,9%	25,4%	28,1%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	42,2%	42,2%	37,2%	42,2%	37,2%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	Rechazo	92,0%	84,5%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 103 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo A.13. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para el mes de enero de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-0142-2018	Quebrador Moja Huevos	01-925-18	11/01/2018	100	100	94	40	10	4,3
01-0142-2018	Quebrador Moja Huevos	01-926-18	12/01/2018	100	100	94	36	10	4,1
01-0142-2018	Quebrador Moja Huevos	01-927-18	13/01/2018	100	100	94	40	10	4,2
01-0142-2018	Quebrador Moja Huevos	01-1575-18	22/01/2018	100	99	93	40	12	4,2
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-1679-18	24/01/2018	100	100	94	41	14	5,5
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2055-18	26/01/2018	100	100	93	36	13	4,8
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2283-18	26/01/2018	100	100	94	38	13	5,6
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2286-18	27/01/2018	100	100	94	37	9	2,9
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2287-18	28/01/2018	100	100	94	34	9	3,3
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2288-18	29/01/2018	100	100	93	32	9	3,0
01-0174-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2449-18	23/01/2018	100	100	93	31	8	3,5
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2556-18	30/01/2018	100	100	98	43	9	4,6
Promedio (\bar{x})				100,0	99,9	94,0	37,3	10,5	4,2
Desviación estándar (S)				0,0	0,3	1,3	3,7	2,0	0,9
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				12	12	12	12	12	12
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,29	0,00	8,56	7,33	3,20
Índice de calidad inferior (ICI)				-	69,0	22,2	-0,7	0,3	0,2
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	50,0%	0,0%	0,0%	0,4%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,0%	75,7%	40,3%	42,7%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	50,0%	75,7%	40,3%	43,1%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	43,4%	43,4%	38,4%	43,4%	38,4%
Factor de pago				-	100,0%	Rechazo	Rechazo	78,0%	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.14. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para el mes de febrero de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 μm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2724-18	01/02/2018	100	100	93	41	12	5,1
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2725-18	01/02/2018	100	100	97	34	10	3,3
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2937-18	05/02/2018	100	100	96	30	8	2,9
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-2939-18	05/02/2018	100	100	95	34	9	3,2
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-3401-18	07/02/2018	100	98	93	37	12	4,5
01-0227-2018	Quebrador Moja Huevos	01-3403-18	08/02/2018	100	100	95	37	11	4,0
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-5260-18	28/02/2018	100	100	93	41	11	4,0
Promedio (\bar{X})				100,0	99,7	94,6	36,3	10,4	3,9
Desviación estándar (S)				0,0	0,8	1,6	4,0	1,5	0,8
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				7	7	7	7	7	7
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,38	-0,35	8,20	9,64	4,03
Índice de calidad inferior (ICI)				-	26,1	18,9	-0,9	0,3	-0,2
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	63,2%	0,0%	0,0%	0,3%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,0%	80,6%	39,3%	57,0%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	63,2%	80,6%	39,3%	57,3%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	47,5%	47,5%	42,5%	47,5%	42,5%
Factor de pago				-	100,0%	Rechazo	Rechazo	83,0%	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.15. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para el mes de marzo de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-5261-18	02/03/2018	100	100	91	35	9	3,2
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-5505-18	02/03/2018	100	100	94	41	12	3,8
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-5506-18	05/03/2018	100	100	94	43	13	5,8
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-5507-18	07/03/2018	100	100	92	37	10	3,9
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-6020-18	10/03/2018	100	90	74	33	12	3,9
01-0431-2018	Quebrador Moja Huevos	01-6022-18	11/03/2018	100	100	92	41	13	4,2
01-0465-2018	Quebrador Moja Huevos	01-6703-18	20/03/2018	100	100	93	41	12	4,3
01-0465-2018	Quebrador Moja Huevos	01-6704-18	21/03/2018	100	100	93	42	14	4,1
01-0465-2018	Quebrador Moja Huevos	01-7281-18	23/03/2018	100	100	93	38	13	4,6
01-0465-2018	Quebrador Moja Huevos	01-7282-18	24/03/2018	100	100	87	38	10	3,2
01-0465-2018	Quebrador Moja Huevos	01-7283-18	25/03/2018	100	100	91	38	12	4,0
Promedio (\bar{x})				100,0	99,1	90,4	38,8	11,8	4,1
Desviación estándar (S)				0,0	3,0	5,8	3,1	1,5	0,7
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				11	11	11	11	11	11
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,30	0,63	9,76	8,57	4,12
Índice de calidad inferior (ICI)				-	6,3	4,6	-0,4	1,2	0,1
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	27,1%	0,0%	0,0%	0,1%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,1%	64,5%	13,2%	45,0%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	27,2%	64,5%	13,2%	45,1%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	44,0%	44,0%	39,0%	44,0%	39,0%
Factor de pago				-	100,0%	91,5%	Rechazo	100,0%	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.16. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para el mes de abril de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-0518-2018	Quebrador Moja Huevos	01-7760-18	07/04/2018	100	100	94	47	15	4,8
01-0523-2018	Quebrador Moja Huevos	01-7473-18	02/04/2018	100	100	89	40	11	4,1
01-0523-2018	Quebrador Moja Huevos	01-8169-18	09/04/2018	100	100	88	38	13	4,0
01-0523-2018	Quebrador Moja Huevos	01-8170-18	10/04/2018	100	100	86	34	10	4,0
01-0523-2018	Quebrador Moja Huevos	01-8171-18	13/04/2018	100	100	89	40	11	4,3
Promedio (\bar{x})				100,0	100,0	89,2	39,8	12,0	4,2
Desviación estándar (S)				0,0	0,0	2,9	4,7	2,0	0,3
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				5	5	5	5	5	5
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	1,63	6,20	6,50	8,21
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	8,5	0,0	1,0	0,7
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	8,9%	0,2%	0,1%	0,1%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,0%	0,1%	51,6%	18,7%	25,7%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,0%	9,0%	51,8%	18,8%	25,8%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	50,0%	50,0%	45,0%	50,0%	45,0%
Factor de pago				-	100,0%	100,0%	Rechazo	100,0%	94,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo A.17. Determinación del factor de pago para el material de base según los resultados del organismo de Verificación para los meses de mayo y junio de 2018

Información General				Graduación					
Informe	Ubicación	Muestra	Fecha de muestreo	50,1 mm (2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	4,75 mm (N° 4)	0,43 mm (N° 40)	75 µm (N° 200)
Límite Inferior				100	80	64	40	10	4
Límite Superior				100	100	94	69	25	7
01-0752-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10190-18	15/05/2018	100	100	89	41	11	4,0
01-0752-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10396-18	17/05/2018	100	100	90	38	12	7,0
01-0659-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10060-18	05/05/2018	100	100	91	42	10	2,3
01-0659-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10062-18	07/05/2018	100	100	89	40	11	3,0
01-0659-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10063-18	08/05/2018	100	100	90	41	13	3,5
01-0659-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10064-18	09/05/2018	100	100	90	41	13	3,7
01-0659-2018	Quebrador Moja Huevos	01-10066-18	11/05/2018	100	100	92	45	13	4,0
01-0913-2018	Quebrador Carca	01-11777-18	14/06/2018	100	88	70	27	11	5,0
Promedio (\bar{X})				100,0	98,5	87,6	39,4	11,8	4,1
Desviación estándar (S)				0,0	4,2	7,2	5,4	1,2	1,4
Categoría				-	II	II	I	II	I
Número total de valores (n)				8	8	8	8	8	8
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	100	94	69	25	7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	80	64	40	10	4
Índice de calidad superior (ICS)				-	0,35	0,89	5,52	11,37	2,06
Índice de calidad inferior (ICI)				-	4,4	3,3	-0,1	1,5	0,0
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	20,2%	0,0%	0,0%	3,9%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	0,2%	0,7%	54,5%	8,8%	48,3%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	0,2%	20,9%	54,5%	8,8%	52,2%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	46,4%	46,4%	41,4%	46,4%	41,4%
Factor de pago				-	100,0%	99,5%	Rechazo	100,0%	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.1. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17 según los resultados del Autocontrol para los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	0,6 mm	0,3 mm	75 µm
				1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°200
Límite inferior			4,75	100	95	73	61	43	28	18	13	8	3,7
Límite superior			5,75	100	100	83	71	51	35	22	17	14	7,7
ITP-1314-17	878-17	13/12/2017	5,23	100	100	77	65	44	29	19	14	10	4,9
ITP-1314-17	883-17	14/12/2017	5,59	100	100	85	70	49	34	23	16	12	6,0
ITP-1314-17	902-17	18/12/2017	5,51	100	100	81	68	46	31	21	15	11	5,7
ITP-091-18	039-18	09/01/2018	5,20	100	100	78	67	50	34	22	17	13	6,6
ITP-209-18	116-18	30/01/2018	5,57	100	100	81	65	43	30	21	15	11	5,8
Promedio (\bar{X})			5,42	100,0	100,0	80,4	67,0	46,4	31,6	21,2	15,4	11,4	5,8
Desviación estándar (S)			0,2	0,0	0,0	3,1	2,1	3,0	2,3	1,5	1,1	1,1	0,6
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			5,0	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			5,8	-	100,0	83,0	71,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			4,8	-	95,0	73,0	61,0	43,0	28,0	18,0	13,0	8,0	3,7
Índice de calidad superior (ICS)			1,7	-	-	0,8	1,9	1,5	1,5	0,5	1,4	2,3	3,1
Índice de calidad inferior (ICI)			3,5	-	-	2,4	2,8	1,1	1,6	2,2	2,1	3,0	3,4
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			7,8%	-	-	22,6%	6,6%	10,3%	10,7%	30,9%	11,7%	4,2%	1,8%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			1,2%	-	-	3,9%	2,4%	16,4%	9,6%	4,9%	5,2%	2,0%	1,3%
Nivel de incumplimiento (NI)			9,1%	-	0,0%	26,5%	9,0%	26,7%	20,3%	35,8%	16,8%	6,3%	3,1%
Valor máximo permitido fuera de límites			50,0%	-	45,0%	45,0%	45,0%	50,0%	45,0%	45,0%	45,0%	45,0%	50,0%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	93,5%	100,0%	98,0%	99,5%	84,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.2. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17 según los resultados del Autocontrol para el mes de febrero de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	0,6 mm	0,3 mm	75 µm
				1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°200
Límite inferior			4,75	100	95	73	61	43	28	18	13	8	3,7
Límite superior			5,75	100	100	83	71	51	35	22	17	14	7,7
ITP-209-18	120-18	01/02/2018	5,45	100	100	81	67	46	31	21	15	12	5,8
ITP-209-18	122-18	02/02/2018	5,70	100	100	80	70	48	31	21	16	11	5,5
ITP-209-18	123-18	03/02/2018	5,32	100	100	80	67	45	31	20	15	11	5,3
ITP-209-18	124-18	05/02/2018	5,36	100	100	81	67	46	31	21	15	11	5,0
ITP-209-18	125-18	06/02/2018	5,58	100	100	80	70	47	32	22	16	12	5,3
ITP-209-18	132-18	06/02/2018	5,33	100	100	80	68	46	32	21	15	11	5,4
ITP-209-18	133-18	07/02/2018	5,39	100	100	78	66	46	33	21	16	12	5,7
ITP-209-18	139-18	07/02/2018	5,32	100	100	80	67	47	33	21	16	12	5,9
ITP-209-18	140-18	08/02/2018	5,35	100	100	78	68	45	30	20	15	11	5,0
ITP-209-18	150-18	09/02/2018	5,39	100	100	77	68	45	29	19	15	11	5,1
ITP-209-18	153-18	09/02/2018	5,45	100	100	79	68	46	30	20	15	12	5,5
ITP-209-18	173-18	13/02/2018	5,42	100	100	78	66	44	28	19	14	10	5,3
ITP-209-18	175-18	14/02/2018	5,46	100	100	78	66	44	29	20	15	11	5,8
ITP-209-18	181-18	14/02/2018	5,27	100	100	81	69	48	32	22	16	11	5,7
ITP-209-18	188-18	15/02/2018	5,23	100	100	80	67	47	31	20	15	11	5,5
ITP-209-18	196-18	16/02/2018	5,44	100	100	78	66	44	30	19	15	11	5,3
ITP-209-18	203-18	16/02/2018	5,37	100	100	79	69	47	32	19	15	11	5,6
ITP-209-18	204-18	17/02/2018	5,24	100	100	80	70	49	33	21	16	12	5,9
Promedio (\bar{x})			5,39	100,0	100,0	79,3	67,7	46,1	31,0	20,4	15,3	11,3	5,5
Desviación estándar (S)			0,1	0,0	0,0	1,2	1,4	1,5	1,5	1,0	0,6	0,6	0,3
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			18,0	-	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			5,8	-	100,0	83,0	71,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			4,8	-	95,0	73,0	61,0	43,0	28,0	18,0	13,0	8,0	3,7
Índice de calidad superior (ICS)			3,1	-	-	3,0	2,3	3,4	2,7	1,6	3,0	4,7	7,7
Índice de calidad inferior (ICI)			5,6	-	-	5,1	4,8	2,1	2,1	2,4	4,0	5,7	6,2
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,3%	-	-	0,4%	1,6%	0,2%	0,7%	5,9%	0,4%	0,0%	0,0%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,0%	-	-	0,0%	0,0%	2,3%	2,7%	1,3%	0,1%	0,0%	0,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			0,3%	-	0,0%	0,4%	1,6%	2,5%	3,4%	7,2%	0,5%	0,0%	0,0%
Valor máximo permitido fuera de límites			40,3%	-	35,3%	35,3%	35,3%	40,3%	35,3%	35,3%	35,3%	35,3%	40,3%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Anexo B.3. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 según los resultados del Autocontrol para el mes de marzo de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,05	100	95	76	63	43	27	18	11	7	3,3
Límite superior			6,05	100	100	85	73	51	35	22	17	14	7,3
ITP-334-18	296-18	09/03/2018	5,41	100	100	79	70	50	34	23	17	13	5,6
ITP-334-18	1458-18	12/03/2018	5,78	100	100	75	63	44	29	20	14	10	5,1
ITP-334-18	299-18	12/03/2018	5,65	100	100	77	65	47	31	20	14	10	4,9
ITP-334-18	301-18	13/03/2018	5,56	100	100	78	67	46	28	19	13	10	5,0
ITP-334-18	305-18	13/03/2018	5,53	100	100	77	65	47	31	20	14	10	4,9
ITP-334-18	306-18	14/03/2018	5,77	100	100	83	74	51	33	23	16	12	5,9
ITP-334-18	310-18	14/03/2018	5,69	100	100	82	73	51	33	23	16	12	5,8
ITP-334-18	311-18	15/03/2018	5,40	100	100	78	65	45	30	21	15	11	5,8
ITP-334-18	315-18	16/03/2018	5,47	100	100	79	67	48	32	22	16	12	6,4
ITP-334-18	324-18	16/03/2018	5,41	100	100	80	68	49	32	23	17	12	6,4
ITP-334-18	330-18	17/03/2018	5,41	100	100	91	79	47	30	17	13	10	5,8
ITP-334-18	331-18	18/03/2018	5,10	100	100	80	69	47	32	23	18	13	7,2
ITP-334-18	341-18	18/03/2018	5,12	100	100	81	70	48	32	23	18	13	7,2
ITP-334-18	342-18	19/03/2018	5,46	100	100	80	67	47	32	23	16	12	5,7
ITP-334-18	349-18	20/03/2018	5,65	100	100	83	71	51	33	22	16	11	5,6
ITP-334-18	364-18	23/03/2018	5,39	100	100	78	66	47	32	22	16	12	6,0
Promedio (\bar{x})			5,49	100,0	100,0	80,1	68,7	47,8	31,5	21,5	15,6	11,4	5,8
Desviación estándar (S)			0,2	0,0	0,0	3,7	4,1	2,1	1,6	1,8	1,6	1,2	0,7
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			16	-	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	100,0	85,0	73,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,3
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	-	95,0	76,0	63,0	43,0	27,0	18,0	11,0	7,0	3,3
Índice de calidad superior (ICS)			2,8	-	-	1,3	1,1	1,5	2,2	0,3	0,9	2,2	2,1
Índice de calidad inferior (ICI)			2,2	-	-	1,1	1,4	2,3	2,8	1,9	2,9	3,8	3,6
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,6%	-	-	9,9%	15,4%	7,5%	2,2%	39,4%	19,0%	2,1%	2,8%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			2,2%	-	-	14,2%	9,3%	1,9%	0,6%	3,7%	0,6%	0,1%	0,1%
Nivel de incumplimiento (NI)			2,8%	-	0,0%	24,1%	24,7%	9,4%	2,8%	43,1%	19,6%	2,2%	2,9%
Valor máximo permitido fuera de límites			41,2%	-	36,2%	36,2%	36,2%	41,2%	36,2%	36,2%	36,2%	36,2%	41,2%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	87,0%	86,5%	100,0%	100,0%	Rechazo	91,5%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.4. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 según los resultados del Autocontrol para el mes de abril de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,05	100	95	76	63	43	27	18	11	7	3,3
Límite superior			6,05	100	100	85	73	51	35	22	17	14	7,3
ITP-459-18	390-18	04/04/2018	5,69	100	100	84	73	53	36	25	18	14	7,2
ITP-459-18	395-18	05/04/2018	5,65	100	100	80	69	49	33	22	16	11	5,5
ITP-459-18	397-18	06/04/2018	5,58	100	100	78	67	48	32	21	16	11	5,8
ITP-459-18	421-18	10/04/2018	5,50	100	100	80	68	49	32	22	16	12	6,1
ITP-459-18	1959-18	19/04/2018	5,65	100	100	80	67	45	30	20	14	10	4,8
ITP-459-18	456-18	19/04/2018	5,60	100	100	79	68	46	30	20	14	10	4,9
ITP-459-18	1972-18	20/04/2018	5,63	100	100	78	68	48	32	22	16	12	6,0
ITP-459-18	1985-18	20/04/2018	5,75	100	100	82	70	50	34	23	17	12	6,2
ITP-459-18	2017-18	21/04/2018	6,01	100	100	85	73	52	34	23	16	12	5,7
ITP-459-18	2004-18	21/04/2018	5,87	100	100	82	70	49	32	22	16	11	5,4
ITP-459-18	2003-18	22/04/2018	5,62	100	100	78	64	45	30	20	14	10	4,3
ITP-459-18	465-18	23/04/2018	5,53	100	100	80	69	49	33	22	16	12	5,7
ITP-459-18	468-18	24/04/2018	5,76	100	100	82	70	50	33	23	16	12	6,0
ITP-459-18	474-18	25/04/2018	5,43	100	100	79	67	47	31	21	15	11	5,3
ITP-459-18	378-18	26/04/2018	5,40	100	100	77	66	46	32	22	16	12	5,7
ITP-459-18	485-18	27/04/2018	5,48	100	100	80	69	48	34	23	16	12	5,9
Promedio (\bar{X})			5,63	100,0	100,0	80,3	68,6	48,4	32,4	21,9	15,8	11,5	5,7
Desviación estándar (S)			0,2	0,0	0,0	2,2	2,3	2,3	1,7	1,3	1,1	1,0	0,7
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			16	-	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	100,0	85,0	73,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,3
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	-	95,0	76,0	63,0	43,0	27,0	18,0	11,0	7,0	3,3
Índice de calidad superior (ICS)			2,6	-	-	2,1	1,9	1,2	1,6	0,0	1,2	2,4	2,5
Índice de calidad inferior (ICI)			3,7	-	-	1,9	2,4	2,4	3,2	2,9	4,5	4,4	3,6
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			1,0%	-	-	2,5%	4,0%	13,3%	6,8%	48,2%	12,9%	1,4%	1,3%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,1%	-	-	3,8%	1,5%	1,6%	0,3%	0,5%	0,0%	0,0%	0,1%
Nivel de incumplimiento (NI)			1,1%	-	0,0%	6,4%	5,5%	15,0%	7,1%	48,7%	13,0%	1,5%	1,4%
Valor máximo permitido fuera de límites			41,2%	-	36,2%	36,2%	36,2%	41,2%	36,2%	36,2%	36,2%	36,2%	41,2%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	Rechozo	98,0%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 112 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo B.5. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 según los resultados del Autocontrol para los meses de junio y julio de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°60)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,05	100	95	76	63	43	27	18	11	7	3,3
Límite superior			6,05	100	100	85	73	51	35	22	17	14	7,3
ITP-697-18	683-18	22/06/2018	5,48	100	100	79	66	46	30	21	15	11	5,4
ITP-697-18	697-18	22/06/2018	5,86	100	100	79	68	49	32	21	15	11	5,4
ITP-697-18	698-18	23/06/2018	5,71	100	100	79	68	50	32	22	16	12	6,1
ITP-821-18	729-18	12/07/2018	5,53	100	100	82	73	52	35	23	17	12	6,8
ITP-821-18	761-18	24/07/2018	5,49	100	100	76	64	46	30	20	14	10	6,1
ITP-821-18	764-18	25/07/2018	5,58	100	100	75	64	48	32	22	16	11	6,2
ITP-919-18	783-18	30/07/2018	5,56	100	100	77	65	47	30	21	15	10	6,3
ITP-919-18	788-18	31/07/2018	5,60	100	100	79	67	48	31	21	15	10	6,2
Promedio (\bar{x})			5,60	100,0	100,0	78,3	66,9	48,3	31,5	21,4	15,4	10,9	6,1
Desviación estándar (S)			0,1	0,0	0,0	2,2	2,9	2,1	1,7	0,9	0,9	0,8	0,5
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			8	-	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	100,0	85,0	73,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,3
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	-	95,0	76,0	63,0	43,0	27,0	18,0	11,0	7,0	3,3
Índice de calidad superior (ICS)			3,5	-	-	3,1	2,1	1,3	2,1	0,7	1,8	3,7	2,7
Índice de calidad inferior (ICI)			4,3	-	-	1,0	1,3	2,6	2,7	3,7	4,8	4,6	5,9
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,5%	-	-	0,9%	3,8%	11,1%	3,9%	25,9%	6,0%	0,4%	1,6%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,2%	-	-	16,9%	11,5%	1,9%	1,6%	0,4%	0,1%	0,1%	0,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			0,6%	-	0,0%	17,8%	15,3%	13,0%	5,5%	26,2%	6,1%	0,5%	1,7%
Valor máximo permitido fuera de límites			46,4%	-	41,4%	41,4%	41,4%	46,4%	41,4%	41,4%	41,4%	41,4%	46,4%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	98,5%	100,0%	100,0%	100,0%	90,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.6. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 según los resultados del Autocontrol para el mes de agosto de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°60)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,05	100	95	76	63	43	27	18	11	7	3,3
Límite superior			6,05	100	100	85	73	51	35	22	17	14	7,3
ITP-919-18	809-18	09/08/2018	5,82	100	100	81	68	48	31	20	15	10	6,4
ITP-919-18	851-18	21/08/2018	5,35	100	100	78	64	44	29	20	15	11	6,5
ITP-919-18	727-18	26/08/2018	5,57	100	100	81	69	48	30	20	14	10	4,4
ITP-919-18	731-18	28/08/2018	5,58	100	100	81	68	46	30	20	14	10	5,0
ITP-919-18	740-18	30/08/2018	5,48	100	100	80	69	47	30	19	14	11	5,6
Promedio (\bar{x})			5,56	100,0	100,0	80,2	67,6	46,6	30,0	19,8	14,4	10,4	5,6
Desviación estándar (S)			0,2	0,0	0,0	1,3	2,1	1,7	0,7	0,4	0,5	0,5	0,9
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			5	-	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	100,0	85,0	73,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,3
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	-	95,0	76,0	63,0	43,0	27,0	18,0	11,0	7,0	3,3
Índice de calidad superior (ICS)			2,8	-	-	3,7	2,6	2,6	7,1	4,9	4,7	6,6	1,9
Índice de calidad inferior (ICI)			3,0	-	-	3,2	2,2	2,2	4,2	4,0	6,2	6,2	2,5
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			2,3%	-	-	1,1%	3,0%	2,9%	0,1%	0,4%	0,4%	0,1%	6,4%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			2,1%	-	-	1,6%	4,5%	4,9%	0,7%	0,8%	0,2%	0,2%	3,2%
Nivel de incumplimiento (NI)			4,4%	-	0,0%	2,7%	7,5%	7,8%	0,8%	1,2%	0,6%	0,3%	9,7%
Valor máximo permitido fuera de límites			50,0 %	-	45,0 %	45,0 %	45,0 %	50,0 %	45,0 %	45,0 %	45,0 %	45,0 %	50,0 %
Factor de pago			100,0 %	-	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %



Anexo B.7. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados del Autocontrol para el mes de mayo de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PT M) (%)	VM A (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
ITP-575-18	2271-18	09/05/2018	5,82	15,9	80	100	100	76	57	35	24	16	12	8	4,1
ITP-575-18	2289-18	10/05/2018	5,58	15,1	80	100	100	74	60	39	27	18	13	10	5,0
ITP-575-18	2296-18	11/05/2018	5,85	14,7	85	100	100	75	61	40	27	17	13	9	4,7
ITP-575-18	2344-18	15/05/2018	5,83	15,7	79	100	100	74	58	40	27	18	13	9	4,5
ITP-575-18	2351-18	15/05/2018	5,54	15,0	77	100	100	73	58	37	25	18	13	10	1,8
ITP-575-18	2360-18	16/05/2018	6,04	15,5	83	100	100	74	61	41	26	18	13	10	2,8
ITP-575-18	2364-18	17/05/2018	5,19	15,0	75	100	100	76	66	46	31	20	15	11	5,4
ITP-575-18	2372-18	18/05/2018	5,00	14,9	70	100	100	71	58	39	26	19	13	10	5,0
ITP-575-18	553-18	18/05/2018	5,67	15,8	79	100	100	78	63	44	29	20	15	11	5,9
ITP-575-18	2381-18	19/05/2018	5,46	15,7	71	100	100	73	59	38	25	17	13	9	4,9
ITP-575-18	561-18	20/05/2018	5,59	14,7	84	100	100	82	69	45	30	20	15	10	5,7
ITP-575-18	563-18	21/05/2018	5,44	14,6	79	100	100	76	61	42	29	19	15	10	5,5
ITP-575-18	566-18	21/05/2018	5,40	14,9	79	100	100	75	60	42	30	19	15	10	5,6
ITP-575-18	571-18	22/05/2018	5,44	15,0	78	100	100	78	62	44	30	20	15	11	5,3
ITP-575-18	583-18	23/05/2018	5,43	15,3	76	100	100	73	61	42	29	18	14	10	4,9
ITP-575-18	2450-18	24/05/2018	5,48	14,8	80	100	100	73	61	43	29	21	15	11	5,8
ITP-575-18	585-18	25/05/2018	5,42	14,3	82	100	100	75	61	42	29	21	15	11	5,8
Promedio (X̄)			5,54	15,1	78,6	100,0	100,0	75,1	60,9	41,1	27,8	18,8	13,9	10,0	4,9
Desviación estándar (S)			0,3	0,5	4,0	0,0	0,0	2,6	3,0	2,9	2,1	1,4	1,1	0,9	1,1
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			17,0	17,0	17,0	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			2,1	-	-0,9	-	-	1,1	1,0	0,3	0,6	2,3	2,8	3,5	1,2
Índice de calidad inferior (ICI)			1,9	4,5	3,4	-	-	2,8	1,7	2,1	2,3	3,3	4,5	4,6	2,4
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			2,8%	-	81,0%	-	-	13,4%	16,1%	38,4%	29,1%	1,9%	0,6%	0,2%	12,1%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			3,8%	0,0%	0,2%	-	-	0,7%	5,9%	2,7%	1,8%	0,2%	0,0%	0,0%	1,4%
Nivel de incumplimiento (NI)			6,6%	0,0%	81,2%	-	0,0%	14,1%	22,0%	41,0%	30,9%	2,2%	0,6%	0,2%	13,5%
Valor máximo permitido fuera de límites			35,7%	35,7%	40,7%	-	40,7%	40,7%	40,7%	40,7%	40,7%	40,7%	40,7%	40,7%	40,7%
Factor de pago			100,0%	100,0%	Rechazo	-	-	-	-	Rechazo	-	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 115 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo B.8. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados del Autocontrol para el mes de junio de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	VMA (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
ITP-697-18	617-18	01/06/2018	5,07	14,1	72	100	100	73	66	39	27	18	15	11	5,3
ITP-697-18	620-18	01/06/2018	5,00	14,3	79	100	100	75	64	39	27	18	12	10	5,2
ITP-697-18	2568-18	02/06/2018	5,77	14,6	82	100	100	76	63	45	29	21	16	11	5,8
ITP-697-18	2581-18	03/06/2018	5,25	15,2	71	100	100	71	57	39	26	17	13	9	4,3
ITP-697-18	2588-18	04/06/2018	5,54	15,1	76	100	100	74	63	42	28	19	14	11	5,2
ITP-697-18	626-18	04/06/2018	5,51	15,1	76	100	100	77	69	44	29	19	14	11	5,6
ITP-697-18	629-18	05/06/2018	5,49	15,1	80	100	100	79	68	45	30	19	14	10	5,7
ITP-697-18	635-18	06/06/2018	5,23	15,1	71	100	100	77	69	42	29	17	15	10	5,3
ITP-697-18	640-18	07/06/2018	5,11	14,1	76	100	100	78	68	42	28	18	14	11	5,7
ITP-697-18	652-18	11/06/2018	5,29	16,1	64	100	100	79	70	44	30	19	15	10	5,6
ITP-697-18	654-18	11/06/2018	5,29	15,4	66	100	100	73	59	40	28	18	14	10	5,0
ITP-697-18	669-18	20/06/2018	5,44	15,6	70	100	100	73	61	43	29	20	14	10	4,8
ITP-697-18	680-18	20/06/2018	5,22	15,4	68	100	100	75	60	43	29	18	14	11	5,1
ITP-697-18	679-18	21/06/2018	5,16	14,6	73	100	100	76	62	43	29	19	14	10	5,2
ITP-697-18	684-18	21/06/2018	5,22	14,7	71	100	100	75	64	43	29	19	14	11	5,3
ITP-697-18	701-18	24/06/2018	5,48	15,0	75	100	100	74	60	42	28	18	14	10	5,0
ITP-697-18	703-18	24/06/2018	5,50	14,9	74	100	100	76	64	43	29	18	14	10	5,0
ITP-697-18	702-18	25/06/2018	5,49	15,1	76	100	100	75	65	46	31	21	15	11	5,3
ITP-697-18	709-18	25/06/2018	5,60	14,9	77	100	100	76	64	46	31	21	16	12	5,7
ITP-697-18	710-18	26/06/2018	5,63	15,0	77	100	100	77	65	46	31	20	15	11	5,6
ITP-821-18	715-18	28/06/2018	5,43	14,9	74	100	100	77	63	42	28	18	13	10	5,1
ITP-821-18	717-18	28/06/2018	5,70	15,7	81	100	100	76	66	48	32	22	16	11	5,3
ITP-821-18	721-18	29/06/2018	5,41	15,3	71	100	100	76	66	45	29	20	15	11	6,0
ITP-821-18	725-18	30/06/2018	5,55	15,2	74	100	100	78	64	46	30	18	14	10	5,1
Promedio (X̄)			5,39	15,0	73,9	100,0	100,0	75,7	64,2	43,2	29,0	19,0	14,3	10,5	5,3
Desviación estándar (S)			0,2	0,5	4,5	0,0	0,0	2,0	3,3	2,4	1,4	1,3	1,0	0,7	0,4
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			24,0	24,0	24,0	-	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			3,3	-	0,2	-	-	1,2	-0,1	-0,5	0,0	2,3	2,8	3,8	2,4
Índice de calidad inferior (ICI)			1,6	4,3	2,0	-	-	3,8	2,5	3,4	4,2	3,7	5,5	6,8	8,4
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,2%	-	40,6%	-	-	12,7%	52,0%	68,8%	50,0%	1,6%	0,5%	0,0%	1,2%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			5,9%	0,0%	3,0%	-	-	0,0%	1,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			6,1%	0,0%	43,6%	-	0,0%	12,7%	53,1%	68,9%	50,0%	1,7%	0,5%	0,0%	1,2%
Valor máximo permitido fuera de límites			33,1%	33,1%	38,1%	-	38,1%	38,1%	38,1%	38,1%	38,1%	38,1%	38,1%	38,1%	38,1%
Factor de pago			100,0%	100,0%	Rechazo	-	-	-	Rechazo	Rechazo	Rechazo	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.9. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados del Autocontrol para el mes de julio de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PT M) (%)	VMA (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	0,6 mm (N° 30)	0,3 mm (N° 60)	75 µm (N° 200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
ITP-821-18	726-18	01/07/2018	5,49	15,1	73	100	100	79	64	45	28	18	14	10	5,0
ITP-821-18	716-18	06/07/2018	5,24	15,5	68	100	100	70	60	39	25	16	12	8	5,2
ITP-821-18	727-18	10/07/2018	5,77	15,9	75	100	100	76	64	43	28	19	13	10	6,4
ITP-821-18	739-18	16/07/2018	4,86	15,8	63	100	100	71	57	39	25	18	12	9	5,6
ITP-821-18	740-18	17/07/2018	5,09	15,5	67	100	100	74	60	40	26	18	13	9	6,0
ITP-821-18	743-18	18/07/2018	5,31	15,8	72	100	100	73	59	41	28	19	13	9	5,9
ITP-821-18	745-18	19/07/2018	5,56	16,1	73	100	100	75	60	42	27	18	12	9	5,0
ITP-919-18	779-18	29/07/2018	5,72	15,7	78	100	100	70	60	43	28	19	13	10	6,0
Promedio (\bar{x})			5,38	15,7	71,1	100,0	100,0	73,5	60,5	41,5	26,9	18,1	12,8	9,3	5,6
Desviación estándar (S)			0,3	0,3	4,8	0,0	0,0	3,2	2,4	2,1	1,4	1,0	0,7	0,7	0,5
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			8,0	8,0	8,0	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			2,2	-	0,8	-	-	1,4	1,5	0,2	1,6	3,9	6,0	5,3	1,1
Índice de calidad inferior (ICI)			1,0	8,7	1,3	-	-	1,7	1,9	3,0	2,9	4,2	5,3	4,6	6,6
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			3,4%	-	22,4%	-	-	9,9%	9,3%	41,1%	8,1%	0,3%	0,0%	0,1%	15,9%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			17,1%	0,0%	12,2%	-	-	6,3%	5,1%	0,9%	1,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			20,5%	0,0%	34,6%	-	0,0%	16,2%	14,4%	42,0%	9,3%	0,5%	0,1%	0,2%	15,9%
Valor máximo permitido fuera de límites			41,4%	41,4%	46,4%	-	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%
Factor de pago			96,0%	100,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.10. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados del Autocontrol para los meses de agosto y setiembre de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PT M) (%)	VMA (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	0,6 mm (N° 30)	0,3 mm (N° 60)	75 µm (N° 200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
ITP-919-18	795-18	01/08/2018	5,66	15,3	80	100	100	73	61	41	27	18	13	9	6,1
ITP-919-18	796-18	02/08/2018	5,43	15,6	72	100	100	74	60	40	25	18	13	9	5,9
ITP-919-18	804-18	03/08/2018	5,56	16,1	74	100	100	70	57	40	27	19	14	11	6,1
ITP-919-18	808-18	08/08/2018	5,54	15,8	75	100	100	71	56	38	25	17	12	9	5,8
ITP-919-18	820-18	10/08/2018	5,66	15,8	75	100	100	71	59	40	26	18	13	9	5,9
ITP-919-18	826-18	12/08/2018	5,41	15,3	75	100	100	73	61	42	28	19	14	10	6,5
ITP-1061-18	780-18	07/09/2018	5,43	15,6	71	100	100	78	63	42	29	18	14	10	5,6
ITP-1061-18	781-18	08/09/2018	5,38	15,6	71	100	100	77	62	41	27	17	13	10	5,6
Promedio (\bar{x})			5,51	15,6	74,1	100,0	100,0	73,4	59,9	40,5	26,8	18,0	13,3	9,6	5,9
Desviación estándar (S)			0,1	0,3	2,9	0,0	0,0	2,9	2,4	1,3	1,4	0,8	0,7	0,7	0,3
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			8,0	8,0	8,0	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			4,9	-	0,3	-	-	1,6	1,7	1,1	1,6	5,3	5,3	4,5	0,9
Índice de calidad inferior (ICI)			4,0	9,9	3,1	-	-	1,9	1,6	4,2	2,7	5,3	6,0	4,9	12,6
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,1%	-	38,8%	-	-	7,6%	6,6%	14,5%	7,5%	0,1%	0,1%	0,1%	20,3%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,3%	0,0%	0,9%	-	-	5,2%	7,6%	0,2%	1,5%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			0,3%	0,0%	39,6%	-	0,0%	12,8%	14,2%	14,7%	9,0%	0,1%	0,1%	0,2%	20,3%
Valor máximo permitido fuera de límites			41,4%	41,4%	46,4%	-	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%
Factor de pago			100,0%	100,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.11. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por el Autocontrol de la compactación en sitio en el mes de febrero de 2018

Informe	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Absorción %	Vacíos %
Límite inferior			-	-	-	3
Límite superior			-	-	2	8
ITP-209-18	Est. 43+210 - CI LI	03/02/2018	2,366	2,482	0,7	4,7
ITP-209-18	Est. 42+830 - CE LI	03/02/2018	2,325	2,482	1,3	6,3
ITP-209-18	Est. 43+980 - CE LD	07/02/2018	2,336	2,471	0,8	5,5
ITP-209-18	Est. 43+580 - CI LD	07/02/2018	2,367	2,471	0,6	4,2
ITP-209-18	Est. 43+180 - CE LD	13/02/2018	2,308	2,464	2,0	6,3
ITP-209-18	Est. 42+780 - CI LD	09/02/2018	2,322	2,485	1,1	6,5
ITP-209-18	Est. 42+380 - CE LD	14/02/2018	2,295	2,476	3,2	7,3
ITP-209-18	Est. 42+430 - CI LI	06/02/2018	2,311	2,470	2,3	6,5
ITP-209-18	Est. 42+030 - CE LI	16/02/2018	2,340	2,477	0,8	5,5
ITP-334-18	Est. 41+920 - CE LI	16/02/2018	2,368	2,477	0,6	4,4
ITP-334-18	Est. 41+830 - CE LI	16/02/2018	2,301	2,477	1,4	7,1
ITP-334-18	Est. 41+435 - CE LI	28/02/2018	2,282	2,515	3,3	7,8
ITP-334-18	Est. 41+390 - CE LI	28/02/2018	2,360	2,515	0,4	6,1
Promedio (\bar{X})			2,329	2,482	1,42	6,02
Desviación estándar (S)			0,03	0,02	0,98	1,11
Categoría			-	-	-	I
Número total de valores (n)			-	-	-	13
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			-	-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			-	-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)			-	-	-	1,786
Índice de calidad inferior (ICI)			-	-	-	2,714
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			-	-	-	5,0%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			-	-	-	0,9%
Nivel de incumplimiento (NI)			-	-	-	5,9%
Valor máximo permitido fuera de límites			-	-	-	37,8%
Factor de pago			-	-	-	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.12. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por el Autocontrol de la compactación en sitio en el mes de marzo de 2018

Informe	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Absorción %	Vacios %
Límite inferior			-	-	-	3
Límite superior			-	-	2	8
ITP-459-18	Carretera 3 LD	23/03/2018	2,409	2,500	0,2	3,6
ITP-459-18	Est. 44+620 - CE LD	19/03/2018	2,391	2,486	0,6	3,8
ITP-575-18	Est. 40+960 - CI LI	09/03/2018	2,377	2,486	0,2	4,4
ITP-575-18	Est. 41+490 - CI LD	13/03/2018	2,336	2,488	0,3	6,1
ITP-575-18	Est. 41+580 - CE LD	14/03/2018	2,297	2,484	1,3	7,5
ITP-575-18	Est. 41+180 - CI LD	13/03/2018	2,346	2,488	0,3	5,7
ITP-575-18	Est. 40+750 - CE LD	16/03/2018	2,360	2,483	0,5	5,0
ITP-575-18	Est. 40+350 - CI LD	16/03/2018	2,368	2,483	0,2	4,6
Promedio (\bar{x})			2,361	2,487	0,45	5,09
Desviación estándar (S)			0,03	0,01	0,37	1,30
Categoría			-	-	-	1
Número total de valores (n)			-	-	-	8
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			-	-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			-	-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)			-	-	-	2,242
Índice de calidad inferior (ICI)			-	-	-	1,607
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			-	-	-	3,0%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			-	-	-	7,6%
Nivel de incumplimiento (NI)			-	-	-	10,6%
Valor máximo permitido fuera de límites			-	-	-	41,4%
Factor de pago			-	-	-	100,0%



Anexo B.13. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por el Autocontrol de la compactación en sitio en el mes de abril de 2018

Informe	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Absorción %	Vacios %
Límite inferior			-	-	-	3
Límite superior					2	8
ITP-575-18	Est. 40+560 - CE LI	19/04/2018	2,368	2,483	0,6	4,6
ITP-575-18	Est. 40+160 - CI LI	10/04/2018	2,368	2,482	0,3	4,6
ITP-575-18	Est. 39+760 - CE LI	19/04/2018	2,327	2,483	0,4	6,3
ITP-575-18	Est. 39+360 - CI LI	20/04/2018	2,368	2,488	0,3	4,8
ITP-575-18	Est. 39+880 - CE LD	03/04/2018	2,338	2,482	0,6	5,8
ITP-575-18	Est. 39+450 - CI LD	04/04/2018	2,295	2,482	1,8	7,6
ITP-697-18	Rotonda La Abundancia	21/04/2018	2,469	2,480	0,3	0,4
ITP-697-18	Rotonda La Abundancia	23/04/2018	2,429	2,488	0,4	2,4
ITP-697-18	Rotonda La Abundancia	23/04/2018	2,355	2,488	0,8	5,4
ITP-697-18	Rotonda La Abundancia	22/04/2018	2,423	2,487	0,4	2,6
ITP-697-18	Radial Est. 0+700 LD	25/04/2018	2,293	2,484	3,0	7,7
ITP-697-18	Radial Est. 0+800 LI	24/04/2018	2,473	2,476	0,4	0,1
ITP-697-18	Radial Est. 1+050 LD	26/04/2018	2,405	2,482	0,7	3,1
Promedio (\bar{x})			2,378	2,483	0,77	4,26
Desviación estándar (S)			0,06	0,00	0,78	2,43
Categoría			-	-	-	1
Número total de valores (n)			-	-	-	13
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			-	-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			-	-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)			-	-	-	1,536
Índice de calidad inferior (ICI)			-	-	-	0,518
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			-	-	-	7,5%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			-	-	-	30,7%
Nivel de incumplimiento (NI)			-	-	-	38,2%
Valor máximo permitido fuera de límites			-	-	-	37,8%
Factor de pago			-	-	-	Rechazo

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.14. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por el Autocontrol de la compactación en sitio en el mes de mayo de 2018

Informe	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Absorción	Vacios
					%	%
Límite inferior					-	3
Límite superior			-	-	2	8
ITP-821-18	Est. 44+600 - CI LD	22/05/2018	2,448	2,487	1,5	1,6
ITP-821-18	Est. 44+200 - CE LD	11/05/2018	2,400	2,480	1,5	3,2
ITP-821-18	Est. 43+800 - CI LD	10/05/2018	2,323	2,483	1,8	6,4
ITP-821-18	Est. 43+400 - CE LD	16/05/2018	2,421	2,473	0,9	2,1
ITP-821-18	Est. 43+000 - CI LD	15/05/2018	2,391	2,497	1,0	4,2
ITP-821-18	Est. 43+200 - CE LD	16/05/2018	2,397	2,473	1,2	3,1
ITP-821-18	Est. 42+600 - CI LD	15/05/2018	2,392	2,497	0,8	4,2
ITP-821-18	Est. 42+200 - CE LD	18/05/2018	2,393	2,472	1,5	3,2
ITP-821-18	Est. 41+800 - CI LD	17/05/2018	2,368	2,495	1,9	5,1
ITP-919-18	Est. 44+200 - CI LI	19/05/2018	2,390	2,499	1,5	4,4
ITP-919-18	Est. 43+400 - CI LI	20/05/2018	2,394	2,475	1,0	3,3
ITP-919-18	Est. 43+600 - CI LI	19/05/2018	2,396	2,499	0,9	3,1
ITP-919-18	Est. 42+149 - CI LI	21/05/2018	2,311	2,495	2,7	7,4
Promedio (\bar{X})			2,386	2,487	1,40	3,95
Desviación estándar (S)			0,04	0,01	0,53	1,62
Categoría			-	-	-	I
Número total de valores (n)			-	-	-	13
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			-	-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			-	-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)			-	-	-	2,502
Índice de calidad inferior (ICI)			-	-	-	0,584
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			-	-	-	1,4%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			-	-	-	28,5%
Nivel de incumplimiento (NI)			-	-	-	29,9%
Valor máximo permitido fuera de límites			-	-	-	37,8%
Factor de pago			-	-	-	82,5%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 122 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo B.15. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por el Autocontrol de la compactación en sitio en el mes de junio de 2018

Informe	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Absorción %	Vacios %
Límite inferior			-	-	-	3
Límite superior					2	8
ITP-821-18	Est. 41+400 - CI LD	01/06/2018	2,323	2,523	3,8	7,9
ITP-821-18	Est. 41+000 - CE LD	02/06/2018	2,388	2,492	1,9	4,2
ITP-821-18	Est. 40+600 - CI LD	04/06/2018	2,399	2,498	1,3	4,0
ITP-821-18	Est. 40+200 - CI LD	04/06/2018	2,394	2,496	1,5	4,1
ITP-821-18	Est. 39+800 - CE LD	21/06/2018	2,314	2,514	3,4	7,9
ITP-821-18	Est. 39+400 - CI LD	07/06/2018	2,318	2,512	2,8	7,7
ITP-919-18	Est. 44+600 - CE LI	24/06/2018	2,394	2,503	1,8	3,1
ITP-919-18	Est. 43+800 - CE LI	24/06/2018	2,394	2,503	1,2	4,3
ITP-919-18	Est. 43+000 - CE LI	25/06/2018	2,419	2,498	1,4	3,2
ITP-919-18	Est. 42+200 - CE LI	26/06/2018	2,354	2,499	1,1	5,8
ITP-919-18	Est. 41+940 - CI LI	11/06/2018	2,325	2,517	3,2	7,6
ITP-919-18	Est. 41+470 - CE LI	28/06/2018	2,354	2,501	1,8	5,9
ITP-919-18	Est. 41+428 - CI LI	12/06/2018	2,354	2,517	1,1	6,5
ITP-919-18	Est. 40+870 - CE LI	29/06/2018	2,369	2,510	0,5	5,6
ITP-919-18	Est. 40+320 - CI LI	20/06/2018	2,356	2,507	2,0	6,0
ITP-919-18	Est. 40+200 - CE LI	30/06/2018	2,413	2,505	0,5	3,7
ITP-919-18	Est. 39+380 - CI LI	21/06/2018	2,387	2,514	0,7	5,0
Promedio (\bar{x})			2,368	2,506	1,76	5,44
Desviación estándar (S)			0,03	0,01	1,00	1,66
Categoría			-	-	-	I
Número total de valores (n)			-	-	-	17
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			-	-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			-	-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)			-	-	-	1,541
Índice de calidad inferior (ICI)			-	-	-	1,470
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			-	-	-	7,1%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			-	-	-	8,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			-	-	-	15,2%
Valor máximo permitido fuera de límites			-	-	-	35,7%
Factor de pago			-	-	-	95,5%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.16. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-1102-17 según los resultados de la Verificación para el mes de febrero de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			4,75	100	95	73	61	43	28	18	13	8	3,7
Límite superior			5,75	100	100	83	71	51	35	22	17	14	7,7
16-0018-2018	16-0312-18	01/02/2018	5,38	100	100	82	69	45	30	21	15	11	5,6
16-0020-2018	16-0320-18	02/02/2018	5,73	100	100	82	71	50	33	21	17	13	5,7
16-0020-2018	16-0371-18	03/02/2018	5,21	100	100	76	66	47	30	20	16	11	5,0
16-0020-2018	16-0378-18	05/02/2018	5,17	100	100	79	64	44	30	20	15	10	4,8
16-0021-2018	16-0379-18	06/02/2018	5,50	100	100	79	68	46	31	22	16	11	5,2
16-0021-2018	16-0391-18	06/02/2018	5,33	100	100	80	70	47	31	22	16	12	5,4
16-0021-2018	16-0392-18	07/02/2018	5,38	100	100	77	65	46	33	22	16	12	5,8
16-0021-2018	16-0393-18	07/02/2018	5,52	100	100	78	66	47	33	22	16	12	5,7
16-0026-2018	16-0405-18	08/02/2018	5,43	100	100	79	68	44	30	21	15	11	5,0
16-0026-2018	16-0499-18	09/02/2018	5,46	100	100	79	68	47	32	22	16	12	5,3
16-0028-2018	16-0538-18	13/02/2018	5,60	100	100	83	69	47	30	20	15	12	5,1
16-0028-2018	16-0539-18	14/02/2018	5,43	100	100	78	65	44	29	20	15	11	4,9
16-0028-2018	16-0548-18	14/02/2018	5,55	100	100	80	69	46	30	21	16	11	5,1
16-0028-2018	16-0553-18	15/02/2018	5,20	100	100	77	64	45	28	20	15	12	4,9
16-0028-2018	16-0559-18	16/02/2018	5,56	100	100	82	67	46	31	22	16	11	5,4
16-0028-2018	16-0580-18	16/02/2018	5,49	100	100	82	67	45	31	21	15	11	5,2
16-0028-2018	16-0587-18	17/02/2018	5,28	100	100	77	64	45	31	22	15	10	4,9
Promedio (X̄)			5,42	100,0	100,0	79,4	67,1	45,9	30,8	21,1	15,6	11,4	5,2
Desviación estándar (S)			0,2	0,0	0,0	2,2	2,2	1,5	1,4	0,9	0,6	0,8	0,3
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			17,0	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			5,8	-	100,0	83,0	71,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,7
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			4,8	-	95,0	73,0	61,0	43,0	28,0	18,0	13,0	8,0	3,7
Índice de calidad superior (ICS)			2,1	-	-	1,7	1,8	3,3	3,0	1,0	2,3	3,4	7,7
Índice de calidad inferior (ICI)			4,4	-	-	3,0	2,8	1,9	2,0	3,6	4,2	4,3	4,8
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			2,5%	-	-	5,7%	4,6%	0,2%	0,4%	15,9%	1,8%	0,2%	0,0%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,0%	-	-	0,4%	0,7%	3,5%	3,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%



Nivel de incumplimiento (NI)	2,5%	-	0,0%	6,2%	5,3%	3,8%	3,6%	16,1%	1,9%	0,2%	0,0%
Valor máximo permitido fuera de límites	40,7%	-	35,7%	35,7%	35,7%	40,7%	35,7%	35,7%	35,7%	35,7%	40,7%
Factor de pago	100,0%	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	94,5%	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo B.17. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 según los resultados de la Verificación para el mes de marzo de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 μm (N°200)
Límite inferior			5,05	100	95	76	63	43	27	18	11	7	3,3
Límite superior			6,05	100	100	85	73	51	35	22	17	14	7,3
16-044-2018	16-0910-18	12/03/2018	5,79	100	100	83	73	51	33	23	16	11	5,6
16-044-2018	16-0911-18	12/03/2018	5,68	100	100	84	74	49	31	21	15	11	5,1
16-044-2018	16-0940-18	13/03/2018	5,70	100	100	79	68	45	28	18	13	9	4,4
16-044-2018	16-0946-18	13/03/2018	5,51	100	100	81	71	46	32	21	16	11	4,8
16-046-2018	16-0947-18	14/03/2018	5,63	100	100	81	71	49	31	22	16	12	5,6
16-046-2018	16-0948-18	14/03/2018	5,58	100	100	81	70	48	30	21	15	11	5,4
16-046-2018	16-0952-18	15/03/2018	5,61	100	100	84	72	51	34	22	17	13	6,1
16-046-2018	16-0953-18	16/03/2018	5,52	100	100	81	72	51	32	21	15	12	5,3
16-046-2018	16-0954-18	16/03/2018	5,67	100	100	81	72	51	34	22	15	13	5,6
16-046-2018	16-0959-18	18/03/2018	5,41	100	100	81	70	47	31	21	15	11	4,9
16-046-2018	16-0960-18	18/03/2018	5,43	100	100	78	67	46	32	22	17	13	6,4
16-046-2018	16-0961-18	18/03/2018	5,59	100	100	80	68	49	32	22	17	12	6,0
16-041-2018	16-885-18	09/03/2018	5,56	100	100	80	69	47	30	21	15	11	5,2
Promedio (\bar{X})			5,59	100,0	100,0	81,1	70,5	48,5	31,5	21,3	15,5	11,5	5,4
Desviación estándar (S)			0,1	0,0	0,0	1,8	2,1	2,1	1,7	1,2	1,1	1,1	0,6
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			13	-	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	100,0	85,0	73,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,3
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	-	95,0	76,0	63,0	43,0	27,0	18,0	11,0	7,0	3,3
Índice de calidad superior (ICS)			4,3	-	-	2,2	1,2	1,2	2,1	0,6	1,3	2,2	3,4
Índice de calidad inferior (ICI)			5,0	-	-	2,9	3,6	2,5	2,7	2,8	4,0	4,0	3,8
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,1%	-	-	2,3%	13,3%	13,0%	3,0%	28,4%	10,9%	2,5%	0,3%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,0%	-	-	0,7%	0,2%	1,3%	0,9%	0,8%	0,1%	0,1%	0,1%
Nivel de incumplimiento (NI)			0,1%	-	0,0%	2,9%	13,4%	14,3%	3,9%	29,3%	11,0%	2,6%	0,4%
Valor máximo permitido fuera de límites			42,8%	-	37,8%	37,8%	37,8%	42,8%	37,8%	37,8%	37,8%	37,8%	42,8%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	100,0%	99,0%	100,0%	100,0%	83,5%	100,0%	100,0%	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 125 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo B.18. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla 10-46-2018 según los resultados de la Verificación para el mes de abril de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	Granulometría									
				25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°60)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,05	100	95	76	63	43	27	18	11	7	3,3
Límite superior			6,05	100	100	85	73	51	35	22	17	14	7,3
16-060-2018	16-1200-18	04/04/2018	5,36	100	100	80	69	48	33	22	16	12	5,9
16-060-2018	16-210-18	05/04/2018	5,95	100	100	81	71	51	33	22	16	11	5,0
16-060-2018	16-1278-18	05/04/2018	5,68	100	100	82	71	49	32	22	15	11	4,8
16-069-2018	16-1324-18	10/04/2018	5,71	100	100	81	68	47	32	22	16	12	5,4
16-069-2018	16-1412-18	14/04/2018	5,49	100	100	78	66	45	29	20	14	9	5,1
16-069-2018	16-1413-18	19/04/2018	5,67	100	100	77	64	45	30	20	13	9	4,9
16-074-2018	16-1446-18	24/04/2018	5,36	100	100	78	68	48	33	20	15	11	5,1
16-079-2018	16-1564-18	27/04/2018	5,62	100	100	80	69	47	32	22	16	11	5,2
16-076-2018	16-1447-18	25/04/2018	5,41	100	100	80	67	47	30	20	16	11	5,3
16-076-2018	16-1453-18	26/04/2018	5,36	100	100	78	67	47	32	22	16	11	5,2
Promedio (X̄)			5,56	100,0	100,0	79,5	68,0	47,4	31,6	21,2	15,3	10,8	5,2
Desviación estándar (S)			0,2	0,0	0,0	1,6	2,2	1,8	1,4	1,0	1,1	1,0	0,3
Categoría			II	-	I	I	I	II	I	I	I	I	II
Número total de valores (n)			10	-	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,1	-	100,0	85,0	73,0	51,0	35,0	22,0	17,0	14,0	7,3
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,1	-	95,0	76,0	63,0	43,0	27,0	18,0	11,0	7,0	3,3
Índice de calidad superior (ICS)			2,5	-	-	3,3	2,3	2,0	2,4	0,8	1,6	3,1	6,9
Índice de calidad inferior (ICI)			2,6	-	-	2,1	2,3	2,5	3,2	3,1	4,1	3,7	6,2
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			1,8%	-	-	0,4%	2,3%	3,7%	2,1%	22,9%	7,2%	0,6%	0,0%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			1,5%	-	-	3,1%	2,3%	1,8%	0,5%	0,6%	0,1%	0,3%	0,0%
Nivel de incumplimiento (NI)			3,2%	-	0,0%	3,6%	4,6%	5,4%	2,6%	23,6%	7,3%	0,9%	0,0%
Valor máximo permitido fuera de límites			44,7%	-	39,7%	39,7%	39,7%	44,7%	39,7%	39,7%	39,7%	39,7%	44,7%
Factor de pago			100,0%	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	91,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Anexo B.19. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados de la Verificación para el mes de mayo de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PT M) (%)	VMA (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	0,6 mm (N° 30)	0,3 mm (N° 60)	75 µm (N° 200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
01-0746-2018	16-1739-18	22/05/2018	5,46	15,5	75	100	100	70	60	39	26	18	13	9	4,4
01-0746-2018	16-1740-18	23/05/2018	5,42	14,7	75	100	100	71	60	39	26	18	13	10	4,6
01-0754-2018	01-10767-18	24/05/2018	5,39	14,8	80	100	100	73	59	43	29	21	16	12	6,0
01-0754-2018	01-10825-18	25/05/2018	5,23	14,0	78	100	100	76	63	41	28	21	15	12	5,9
01-0647-2018	16-1654-18	10/05/2018	5,60	15,6	76	100	100	72	59	39	26	18	13	9	4,5
01-0647-2018	16-1665-18	11/05/2018	5,65	14,7	78	100	100	73	59	38	27	19	15	10	4,7
01-1121-2018	01-15340-18	09/05/2018	6,10	-	-	100	100	73	58	38	24	19	13	10	4,5
01-1121-2018	01-15341-18	15/05/2018	6,00	-	-	100	100	72	60	39	25	18	14	10	5,0
01-1121-2018	01-15342-18	16/05/2018	6,10	-	-	100	100	71	58	38	24	16	12	9	4,4
Promedio (\bar{X})			5,66	14,9	77,0	100,0	100,0	72,3	59,6	39,3	26,1	18,7	13,8	10,1	4,9
Desviación estándar (S)			0,3	0,6	2,0	0,0	0,0	1,7	1,5	1,7	1,7	1,6	1,3	1,2	0,6
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			9	6	6	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,06	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,06	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			1,2	-	-1,0	-	-	3,3	2,9	1,6	1,7	2,1	2,5	2,5	2,1
Índice de calidad inferior (ICI)			1,8	3,2	6,0	-	-	2,5	2,4	2,6	1,8	3,0	3,7	3,5	4,3
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			12,9 %	-	81,8 %	-	-	0,6 %	0,9 %	7,3 %	6,3 %	3,4 %	1,9 %	1,9 %	3,5 %
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			5,2 %	1,2 %	0,1 %	-	-	1,8 %	2,3 %	1,5 %	5,2 %	0,9 %	0,3 %	0,4 %	0,1 %
Nivel de incumplimiento (NI)			18,2 %	1,2 %	81,9 %	-	0,0 %	2,4 %	3,2 %	8,9 %	11,5 %	4,3 %	2,2 %	2,3 %	3,7 %
Valor máximo permitido fuera de límites			40,5 %	43,6 %	48,6 %	-	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %
Factor de pago			97,0 %	100,0 %	Rechazo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.20. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados de la Verificación para el mes de junio de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PT M) (%)	VMA (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
01-0784-2018	01-11237-18	01/06/2018	5,65	15,0	80	100	100	74	63	46	31	21	15	11	5,2
01-0784-2018	16-1933-18	01/06/2018	4,76	14,4	65	100	100	71	60	40	27	19	14	10	4,7
01-0797-2018	01-11297-18	02/06/2018	5,33	15,5	73	100	100	75	61	42	27	18	13	10	4,5
01-0797-2018	01-11298-18	03/06/2018	5,34	14,7	73	100	100	76	62	42	26	18	13	10	4,8
01-0797-2018	01-11299-18	04/06/2018	5,12	15,2	68	100	100	68	56	37	24	17	13	9	4,5
01-0813-2018	01-11315-18	05/06/2018	5,26	15,7	68	100	100	74	59	41	27	18	13	9	4,0
01-0813-2018	01-11316-18	04/06/2018	5,35	14,1	79	100	100	76	60	43	29	20	15	11	5,3
01-0830-2018	01-11410-18	06/06/2018	5,50	15,6	75	100	100	77	64	47	30	21	15	11	5,2
01-0830-2018	01-11411-18	07/06/2018	5,18	13,5	78	100	100	72	60	42	29	21	15	11	5,8
01-0830-2018	01-11575-18	11/06/2018	4,86	14,7	66	100	100	72	59	39	25	18	13	9	4,2
01-0830-2018	01-11576-18	11/06/2018	5,20	14,4	73	100	100	76	60	40	27	19	14	10	5,1
01-0881-2018	01-12109-18	20/06/2018	5,65	15,2	80	100	100	79	67	46	30	21	15	10	4,7
01-0881-2018	01-12068-18	20/06/2018	5,12	16,0	65	100	100	71	58	41	24	15	11	8	3,3
01-0881-2018	01-12066-18	21/06/2018	5,36	14,0	76	100	100	75	61	45	30	21	15	11	4,6
01-0881-2018	01-12067-18	21/06/2018	5,47	15,3	73	100	100	74	63	45	28	19	13	9	4,4
01-0903-2018	01-12344-18	25/06/2018	5,44	15,3	76	100	100	78	65	46	31	21	15	11	5,1
01-0903-2018	01-12345-18	24/06/2018	5,27	15,1	68	100	100	80	65	44	28	19	14	10	4,1
01-0903-2018	01-12489-18	24/06/2018	5,04	15,3	66	100	100	75	61	41	27	18	13	10	4,3
01-0903-2018	01-12510-18	26/06/2018	5,25	14,8	71	100	100	71	60	41	27	19	13	9	4,1
01-0903-2018	01-12538-18	25/06/2018	5,13	13,6	76	100	100	77	64	44	29	21	15	11	5,5
01-0915-2018	01-12648-18	28/06/2018	5,29	15,0	74	100	100	75	63	44	29	20	14	10	4,6
01-0915-2018	01-12591-18	28/06/2018	5,69	14,5	78	100	100	80	67	49	32	22	16	11	5,2
01-0920-2018	01-12695-18	29/06/2018	5,25	14,0	73	100	100	76	62	42	27	19	14	11	5,3
01-1121-2018	01-15343-18	01/06/2018	5,69	-	-	100	100	70	60	36	24	16	12	9	4,3
Promedio (\bar{X})			5,30	14,8	72,8	100,0	100,0	74,7	61,7	42,6	27,8	19,2	13,9	10,0	4,7
Desviación estándar (S)			0,2	0,7	4,9	0,0	0,0	3,1	2,7	3,1	2,3	1,8	1,2	0,9	0,6
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			24	23	23	-	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,06	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,06	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			3,2	-	0,5	-	-	1,1	0,8	-0,2	0,5	1,6	2,6	3,3	2,6
Índice de calidad inferior (ICI)			1,0	2,7	1,6	-	-	2,1	2,1	2,4	2,1	2,9	4,1	4,5	4,4
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,2 %	-	32,6 %	-	-	15,0 %	20,2 %	57,8 %	30,5 %	6,4 %	0,8 %	0,2 %	0,8 %
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			16,4 %	0,7 %	6,2 %	-	-	2,2 %	2,5 %	1,2 %	2,2 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %



Nivel de incumplimiento (NI)	16,6 %	0,7%	38,8 %	-	0,0 %	17, 2%	22, 7%	59,0 %	32, 7%	6,8 %	0,8 %	0,2 %	0,8 %
Valor máximo permitido fuera de límites	33,1 %	33,4 %	38,4 %	-	38, 1%	38, 1%	38, 1%	38,1 %	38, 1%	38, 1%	38, 1%	38, 1%	38, 1%
Factor de pago	91,5 %	100, 0%	Rechazo	-	-	-	-	Rechazo	-	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Anexo B.21. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados de la Verificación para el mes de julio de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asfalto (PTM) (%)	VMA (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	0,6 mm (N°30)	0,3 mm (N°50)	75 µm (N°200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
01-1014-2018	.	19/07/2018	5,80	15,8	75	100	100	71	60	42	27	18	13	9	4,5
01-1049-2018	01-14783-18	29/07/2018	5,52	15,1	76	100	100	74	63	43	27	19	14	10	5,3
16-113-2018	16-2310-18	12/07/2018	5,48	15,6	70	100	100	81	72	50	34	23	16	11	5,0
01-0956-2018	01-12979-18	01/07/2018	5,53	14,6	78	100	100	77	64	46	30	21	15	11	5,1
01-0956-2018	01-13047-18	06/07/2018	5,43	15,6	71	100	100	74	61	41	25	17	12	9	4,0
01-1000-2018	01-13422-18	10/07/2018	5,59	14,8	79	100	100	75	64	43	27	19	14	10	4,9
01-1007-2018	01-13925-18	16/07/2018	5,29	15,0	68	100	100	78	65	44	28	20	14	11	5,4
01-1012-2018	01-14063-18	17/07/2018	5,42	15,6	68	100	100	80	66	45	28	19	14	10	5,0
01-1012-2018	01-14165-18	18/07/2018	5,59	13,7	82	100	100	74	62	46	32	23	17	12	6,2
01-1121-2018	01-15344-18	18/07/2018	5,60	-	-	100	100	74	61	44	30	22	16	12	5,9
Promedio (X̄)			5,53	15,1	74,1	100,0	100,0	75,8	63,8	44,4	28,8	20,1	14,5	10,5	5,1
Desviación estándar (S)			0,1	0,7	5,1	0,0	0,0	3,1	3,5	2,5	2,7	2,1	1,5	1,1	0,6
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			10	9	9	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,06	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,06	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			3,9	-	0,2	-	-	0,7	0,1	-0,9	0,1	0,9	1,7	2,3	1,7
Índice de calidad inferior (ICI)			3,4	3,1	1,8	-	-	2,5	2,3	3,7	2,1	2,9	3,6	4,2	4,6
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			0,2%	-	43,3 %	-	-	24,9 %	47,8 %	81,5 %	47,1 %	19,2 %	6,6 %	2,3 %	6,2%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,4%	0,7%	5,5%	-	-	1,7 %	2,5%	0,2%	3,0%	0,8 %	0,3 %	0,1 %	0,1%
Nivel de incumplimiento (NI)			0,6%	0,7%	48,8 %	-	0,0 %	26,6 %	50,3 %	81,7 %	50,1 %	20,1 %	6,9 %	2,4 %	6,3%
Valor máximo permitido fuera de límites			39,7 %	40,5 %	45,5 %	-	44,7 %	44,7 %	44,7 %	44,7 %	44,7 %	44,7 %	44,7 %	44,7 %	44,7 %
Factor de pago			100,0%	100,0%	Rechazo	-	-	-	Rechazo	Rechazo	Rechazo	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 129 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



Anexo B.22. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según el diseño de mezcla ITP-326-18-E según los resultados de la Verificación para los meses de agosto y setiembre de 2018

Informe	Muestra	Fecha de producción	Asf alto (PT M) (%)	VM A (%)	VFA (%)	Granulometría									
						25,4 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	0,6 mm (N° 30)	0,3 mm (N° 50)	75 µm (N° 200)
Límite inferior			5,06	13	65	100	95	68	56	35	23	14	9	6	2,2
Límite superior			6,06	-	75	100	100	78	64	42	29	22	17	13	6,2
01-1148-2018	01-15741-18	10/08/2018	5,86	15,7	78	100	100	78	64	41	29	20	15	10	5,0
01-1148-2018	01-15916-18	12/08/2018	5,57	14,4	78	100	100	78	65	43	31	22	16	12	6,2
01-1105-2018	01-15325-18	01/08/2018	5,26	14,7	75	100	100	73	56	39	25	18	13	9	4,7
01-1105-2018	01-15326-18	02/08/2018	5,94	15,2	77	100	100	75	64	44	28	19	13	9	4,3
01-1105-2018	01-15327-18	02/08/2018	5,23	14,6	73	100	100	70	58	37	24	17	13	9	4,7
01-1105-2018	01-15328-18	02/08/2018	5,47	14,6	74	100	100	71	59	38	24	17	13	9	4,7
01-1105-2018	01-15620-18	08/08/2018	5,91	15,5	76	100	100	74	62	41	26	18	13	10	4,6
01-1107-2018	01-15329-18	03/08/2018	6,15	16,2	71	100	100	74	61	42	27	18	13	9	4,2
01-1214-2018	01-17616-18	08/09/2018	5,47	15,9	72	100	100	73	61	40	26	18	13	10	4,8
Promedio (\bar{x})			5,65	15,2	74,9	100,0	100,0	74,0	61,1	40,6	26,7	18,6	13,6	9,7	4,8
Desviación estándar (S)			0,3	0,7	2,6	0,0	0,0	2,7	3,0	2,3	2,3	1,6	1,1	1,0	0,6
Categoría			I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número total de valores (n)			9	9	11	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			6,06	-	75,0	-	100,0	78,0	64,0	42,0	29,0	22,0	17,0	13,0	6,2
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			5,06	13,0	65,0	-	95,0	68,0	56,0	35,0	23,0	14,0	9,0	6,0	2,2
Índice de calidad superior (ICS)			1,3	-	0,0	-	-	1,5	1,0	0,6	1,0	2,2	3,0	3,3	2,4
Índice de calidad inferior (ICI)			1,8	3,4	3,8	-	-	2,2	1,7	2,4	1,6	2,9	4,0	3,7	4,5
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			12,2 %	-	48,3%	-	-	9,1 %	18,3 %	27,4%	17,4 %	3,1 %	0,8 %	0,5 %	2,1 %
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			5,3 %	0,5 %	0,2%	-	-	3,0 %	6,4 %	2,1%	7,8 %	1,0 %	0,2 %	0,3 %	0,1 %
Nivel de incumplimiento (NI)			17,5 %	0,5 %	48,5%	-	0,0 %	12,1 %	24,8 %	29,5%	25,3 %	4,2 %	1,0 %	0,8 %	2,2 %
Valor máximo permitido fuera de límites			40,5 %	40,5 %	45,5%	-	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5%	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %	45,5 %
Factor de pago			98,0 %	100,0%	Rechazo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.23. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por la Verificación de la compactación en sitio en el mes de febrero de 2018

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Vacios (%)
Límite inferior				-	-	3
Límite superior						8
16-022-2018	16-0389-18	Est. 43+210 LI,CI	03/02/2018	2,355	2,494	5,6
16-022-2018	16-0390-18	Est. 42+830 LI,CE	05/02/2018	2,310	2,489	7,2
16-054-2018	16-0905-18	Est. 41+920 LI,CE	16/02/2018	2,353	2,480	5,1
16-054-2018	16-0906-18	Est. 41+830 LI,CE	16/02/2018	2,310	2,480	6,9
16-054-2018	16-0907-18	Est. 41+435 LI,CE	28/02/2018	2,303	2,519	8,6
16-054-2018	16-0908-18	Est. 41+390 LI,CE	28/02/2018	2,349	2,519	6,7
Promedio (\bar{x})				2,330	2,497	6,68
Desviación estándar (S)				0,02	0,02	1,24
Categoría				-	-	I
Número total de valores (n)				-	-	6
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	1,063
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	2,974
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	16,8%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	1,6%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	-	18,4%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	-	43,6%
Factor de pago				-	-	100,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.24. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por la Verificación de la compactación en sitio en el mes de marzo de 2018

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Vacíos (%)
Límite inferior						3
Límite superior				-	-	8
16-056-2018	16-1174-18	Entronque Florencia	23/03/2018	2,404	2,502	3,9
16-056-2018	16-1175-18	Est. 44+620 LD	19/03/2018	2,395	2,502	4,3
16-0631-2018	01-9627-18	Est. 40+960 LI, CI	09/03/2018	2,377	2,495	4,7
16-0631-2018	01-9632-18	Est. 41+980 LD, CI	13/03/2018	2,327	2,494	6,7
16-0631-2018	01-9633-18	Est. 41+580 LD, CE	14/03/2018	2,298	2,495	7,9
16-0631-2018	01-9634-18	Est. 41+180 LD, CI	13/03/2018	2,340	2,494	6,2
16-0631-2018	01-9635-18	Est. 40+750 LD, CE	16/03/2018	2,348	2,505	6,3
16-0631-2018	01-9636-18	Est. 40+350 LD, CI	16/03/2018	2,376	2,505	5,1
Promedio (\bar{x})				2,358	2,499	5,64
Desviación estándar (S)				0,04	0,00	1,36
Categoría				-	-	1
Número total de valores (n)				-	-	8
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	1,735
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	1,937
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	6,3%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	4,7%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	-	11,0%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	-	41,4%
Factor de pago				-	-	100,0%



Anexo B.25. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por la Verificación de la compactación in situ en el mes de abril de 2018

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Vacíos (%)
Límite inferior						3
Límite superior						8
16-0631-2018	01-9628-18	Est. 40+560 LI, CE	19/04/2018	2,366	2,485	4,8
16-0631-2018	01-9629-18	Est. 40+160 LI, CI	10/04/2018	2,377	2,489	4,5
16-0631-2018	01-9630-18	Est. 40+760 LI, CE	19/04/2018	2,351	2,485	5,4
16-0631-2018	01-9631-18	Est. 39+360 LI, CI	20/04/2018	2,377	2,483	4,3
16-0631-2018	01-9637-18	Est. 39+880 LD, CE	03/04/2018	2,339	2,501	6,5
16-0631-2018	01-9638-18	Est. 39+450 LD, CI	04/04/2018	2,278	2,501	8,9
01-0857-2018	01-11778-18	Ramal #3	21/04/2018	2,428	2,481	2,1
01-0857-2018	01-11779-18	Ramal #1	23/04/2018	2,431	2,493	2,5
01-0857-2018	01-11780-18	Ramal #2	23/04/2018	2,368	2,493	5,0
01-0857-2018	01-11781-18	Ramal #4	22/04/2018	2,401	2,481	3,2
01-0857-2018	01-11782-18	Est. 0+700 LD	25/04/2018	2,321	2,493	6,9
01-0857-2018	01-11783-18	Est. 0+800 LI	24/04/2018	2,443	2,496	2,1
01-0857-2018	01-11784-18	Est. 1+050 LD	26/04/2018	2,415	2,492	3,1
Promedio (\bar{x})				2,377	2,490	4,56
Desviación estándar (S)				0,05	0,01	2,03
Categoría				-	-	I
Número total de valores (n)				-	-	13
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	1,694
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	0,769
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	5,8%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	22,8%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	-	28,6%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	-	37,8%
Factor de pago				-	-	84,0%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.26. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por la Verificación de la compactación en sitio en el mes de mayo de 2018

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Vaciós (%)
Límite inferior				-	-	3
Límite superior				-	-	8
16-118-2018	16-2308-18	Est. 44+600 LD, CI	22/05/2018	2,451	2,490	1,6
16-118-2018	16-2309-18	Est. 44+200 LD, CE	11/05/2018	2,398	2,486	3,6
16-119-2018	16-2334-18	Est. 43+800 LD, CI	10/05/2018	2,350	2,487	5,5
16-119-2018	16-2335-18	Est. 43+000 LD, CE	15/05/2018	2,401	2,469	2,7
16-119-2018	16-2336-18	Est. 43+400 LD, CI	16/05/2018	2,365	2,453	3,6
16-119-2018	16-2373-18	Est. 43+200 LD, CE	16/05/2018	2,379	2,453	3,0
16-119-2018	16-2374-18	Est. 42+600 LD, CI	15/05/2018	2,389	2,469	3,2
16-119-2018	16-2375-18	Est. 42+200 LD, CE	18/05/2018	2,372	2,506	5,4
16-119-2018	16-2376-18	Est. 41+800 LD, CI	17/05/2018	2,372	2,494	4,9
16-0133-2018	16-2450-18	Est. 44+200 LI, CI	19/05/2018	2,374	2,471	3,9
16-0133-2018	16-2452-18	Est. 43+400 LI, CI	20/05/2018	2,401	2,481	3,2
16-0133-2018	16-2453-18	Est. 43+000 LI, CE	25/05/2018	2,399	2,486	3,5
16-0133-2018	16-2533-18	Est. 43+600 LI, CI	19/05/2018	2,375	2,471	3,9
16-0133-2018	16-2535-18	Est. 42+144 LI, CI	21/05/2018	2,352	2,491	5,6
Promedio (\bar{x})				2,384	2,479	3,83
Desviación estándar (S)				0,03	0,02	1,16
Categoría				-	-	I
Número total de valores (n)				-	-	14
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	3,596
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	0,714
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	0,2%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	24,4%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	-	24,5%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	-	37,2%
Factor de pago				-	-	87,5%

Los valores resaltados en rojo indican incumplimientos a las especificaciones técnicas



Anexo B.27. Determinación del factor de pago para la mezcla asfáltica producida según los resultados obtenidos por la Verificación de la compactación in situ en el mes de junio de 2018

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de colocación	Gbs	Gmax teórica	Vacíos (%)
Límite inferior						3
Límite superior						8
16-119-2018	16-2377-18	Est. 41+400 LD, CI	01/06/2018	2,330	2,484	6,2
16-119-2018	16-2378-18	Est. 41+000 LD, CE	02/06/2018	2,375	2,497	4,9
16-119-2018	16-2387-18	Est. 40+600 LD, CI	04/06/2018	2,401	2,490	3,6
16-119-2018	16-2388-18	Est. 40+200 LD, CI	04/06/2018	2,402	2,490	3,5
16-119-2018	16-2389-18	Est. 39+800 LD, CE	21/06/2018	2,345	2,500	6,2
16-119-2018	16-2390-18	Est. 39+400 LD, CE	07/06/2018	2,330	2,487	6,3
16-0133-2018	16-2449-18	Est. 44+600 LI, CE	24/06/2018	2,389	2,508	4,7
16-0133-2018	16-2451-18	Est. 43+800 LI, CE	24/06//2018	2,368	2,490	4,9
16-0133-2018	16-2534-18	Est. 42+200 LI, CE	26/06/2018	2,370	2,488	4,8
16-0133-2018	16-2536-18	Est. 41+940 LI, CI	11/06/2018	2,315	2,491	7,1
16-0133-2018	16-2537-18	Est. 41+470 LI, CE	28/06/2018	2,324	2,487	6,6
16-0133-2018	16-2538-18	Est. 41+428 LI, CI	12/06/2018	2,360	2,487	5,1
16-0133-2018	16-2539-18	Est. 40+870 LI, CE	29/06/2018	2,365	2,496	5,2
16-0133-2018	16-2540-18	Est. 40+320 LI, CI	20/06/2018	2,348	2,497	6,0
16-0133-2018	16-2541-18	Est. 40+200 LI, CE	30/06/2018	2,411	2,504	3,7
16-0133-2018	16-2543-18	Est. 39+380 LI, CI	21/06/2018	2,335	2,500	6,6
Promedio (\bar{X})				2,361	2,494	5,34
Desviación estándar (S)				0,03	0,01	1,14
Categoría				-	-	I
Número total de valores (n)				-	-	16
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)				-	-	8
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)				-	-	3
Índice de calidad superior (ICS)				-	-	2,343
Índice de calidad inferior (ICI)				-	-	2,057
Porcentaje de incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)				-	-	1,7%
Porcentaje de incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)				-	-	2,9%
Nivel de incumplimiento (NI)				-	-	4,5%
Valor máximo permitido fuera de límites				-	-	36,2%
Factor de pago				-	-	100,0%



Anexo C. Análisis del descargo

 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: 1/17

1. Nombre Informe

LM-AT-133B-18

2. Descargo

El día 18 de setiembre de 2019, se recibe, vía correo electrónico, la solicitud del Ing. Alexander Moya Lacayo para prorrogar la entrega del descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18 para el día 23 de setiembre de 2019 (ver Figura 1). Esta solicitud fue concedida por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, sin embargo, a la fecha no se ha recibido ningún descargo por escrito al informe preliminar LM-AT-133B-18.

De: Alexander Moya Lacayo <alexandermoyal@gmail.com>
 Enviado el: miércoles, 18 de septiembre de 2019 8:36 p. m.
 Para: wendy.sequeira@ucr.ac.cr
 CC: 'EDWIN CORRALES CALDERON' <ecorrales@cfaa.or.cr>
 Asunto: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

De acuerdo con nuestra conversación el lunes pasado, se le solicita la prórroga para entregar la información solicitada para el próximo 23 de setiembre. Se le agradece la atención y comprensión del caso.

Saludos

Ing. Alexander Moya Lacayo
 Móvil (506) 8993 8000
 Correo alexandermoyal@gmail.com

Figura 1. Correo con la solicitud de prórroga para la entrega del descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18

El día 23 de setiembre de 2019, se recibieron 4 correos del Ing. Edwin Corrales Calderón refiriéndose a temas relacionados con el informe preliminar LM-AT-133B-18 (ver Figuras 2, 3, 4 y 5).



	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: 2/17



lunes 23/09/2019 05:09 p.m.

EDWIN CORRALES CALDERON <ecorrales@cfia.or.cr>

Re: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Para Wendy Sequeira Rojas; Alexander Moya Lacayo

CC Mauricio Picado Muñoz

Saludos Wendy, el expediente se entregó en la Unidad Ejecutora. De los respaldos en digital se tiene que fueron entregados documentos que en la lista aparecen sin respuesta. Generalmente se preparaba un disco y ahí se depositaba información. Que se adjuntaba al Oficio correspondiente

Obtener [Outlook para Android](#)

From: Wendy Sequeira Rojas <wendy.sequeira@ucr.ac.cr>
 Sent: Monday, September 23, 2019 5:02:38 PM
 To: Alexander Moya Lacayo <alexandermoyal@gmail.com>
 Cc: EDWIN CORRALES CALDERON <ecorrales@cfia.or.cr>; Mauricio Picado Muñoz <mauricio.picadomunoz@ucr.ac.cr>
 Subject: RE: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Buenas tardes don Alexander, la prórroga fue concedida sin embargo, hoy no hemos recibido ningún documento de parte de ustedes por lo que quería corroborar si efectivamente se envió algún descargo sino para proceder con la emisión del informe en su versión final.

Saludos,

Wendy

Figura 2. Correo N°1 del Ing. Edwin Corrales sobre el descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18



martes 24/09/2019 02:40 p.m.

EDWIN CORRALES CALDERON <ecorrales@cfia.or.cr>

RE: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Para Wendy Sequeira Rojas; Alexander Moya Lacayo

CC Mauricio Picado Muñoz



Se adjunta archivo con información sobre la observación del riego de liga.

ING. EDWIN CORRALES CALDERÓN
 IC-6135

De: EDWIN CORRALES CALDERON
 Enviado: lunes, 23 de septiembre de 2019 17:09
 Para: Wendy Sequeira Rojas <wendy.sequeira@ucr.ac.cr>; Alexander Moya Lacayo <alexandermoyal@gmail.com>
 Cc: Mauricio Picado Muñoz <mauricio.picadomunoz@ucr.ac.cr>
 Asunto: Re: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Saludos Wendy, el expediente se entregó en la Unidad Ejecutora. De los respaldos en digital se tiene que fueron entregados documentos que en la lista aparecen sin respuesta. Generalmente se preparaba un disco y ahí se depositaba información. Que se adjuntaba al Oficio correspondiente

Obtener [Outlook para Android](#)

Figura 3. Correo N°2 del Ing. Edwin Corrales sobre el descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18



	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: 3/17



martes 24/09/2019 02:56 p.m.

EDWIN CORRALES CALDERON <ecorrales@cfia.or.cr>

RE: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Para Wendy Sequeira Rojas; Alexander Moya Lacayo

CC Mauricio Picado Muñoz

ING. EDWIN CORRALES CALDERÓN
IC-6135

Figura 4. Correo N°3 del Ing. Edwin Corrales sobre el descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18



martes 24/09/2019 04:17 p.m.

EDWIN CORRALES CALDERON <ecorrales@cfia.or.cr>

Re: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Para Wendy Sequeira Rojas; Alexander Moya Lacayo

CC Mauricio Picado Muñoz

Efectivamente, lo que ha costado es ubicar los respaldos, porque ya no tenemos acceso al expediente

Obtener [Outlook para Android](#)

From: Wendy Sequeira Rojas <wendy.sequeira@ucr.ac.cr>
 Sent: Tuesday, September 24, 2019 3:07:49 PM
 To: EDWIN CORRALES CALDERON <ecorrales@cfia.or.cr>; Alexander Moya Lacayo <alexandermoyal@gmail.com>
 Cc: Mauricio Picado Muñoz <mauricio.picadomunoz@ucr.ac.cr>
 Subject: RE: PRORROGA ENTREGA DE INFORMACION PUNTA NORTE

Buenas tardes don Edwin, le agradezco sus respuestas. De la documentación digital que recibimos durante el proceso de auditoría no encontramos respuesta a los oficios indicados en el informe, por lo que si usted tiene algún oficio que no se mencionó en el informe nos lo puede hacer llegar hoy para incluirlo como parte del descargo.

Saludos,

--



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

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

+506 2511-2526 | +506 2511-2500
wendy.sequeira@ucr.ac.cr

Figura 5. Correo N°4 del Ing. Edwin Corrales sobre el descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18

Como se muestra en la Figura 3, en el segundo correo enviado por el Ing. Edwin Corrales se adjunta un archivo ".zip" llamado "Archivos_con_pre-cierre_del_CDC_y_Supervisión_actualizados_el_10%2f03%2f17" como descargo al informe preliminar LM-AT-133B-18. Este archivo incluía dos documentos: "RESUMEN-PRE-CIERRE(JMFA-100317)" y "RESUMEN-PRE-CIERRE(JMFA-100317)[1]".

El documento "RESUMEN-PRE-CIERRE(JMFA-100317)" incluía la siguiente información:

Informe LM-AT-133-18	Fecha de emisión: Octubre 2019	Página 138 de 152
----------------------	--------------------------------	-------------------



	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: 4/17



SEGURO DE GARANTÍA DE CALIDAD
 SE HA EVALUADO BAJO LAS CONDICIONES PARA APOYAR LA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA LA ABUNDANCIA-FLORENCIA Y RADIAL CIUDAD QUESADA SUTNACIONAL Y R

Ciudad Quesada, 10-03-2017

Ing. Alexander Moyá Lacayo.

Gerente de Proyecto

Unidad Ejecutora PIV-1.

Referencia: Pre-cierre del contrato de Diseño y Construcción.

Asunto: Pre-cierre del proyecto de "Diseño y Construcción de la carretera La Abundancia-Florencia y Radial a Ciudad Quesada, carretera a San Carlos, ruta nacional Nº 35" LPI Nº2013LI-0000110-0DE00".

Estimado Ingeniero:

De acuerdo con el contrato firmado en fecha: 27 de febrero del 2014 para la contratación de "Diseño y Construcción de la carretera La Abundancia-Florencia y Radial a Ciudad Quesada, carretera a San Carlos, ruta nacional Nº 35" LPI Nº2013LI-0000110-0DE00" y a los acuerdos documentados en la Orden de Inicio (OI-1), de fecha 09 de abril del 2014, se le comunica que:

Los montos parciales de cada uno de las listas de pago contempladas en el contrato para la ejecución del proyecto en mención, obtenidos al realizar el presente pre-cierre de ejecución de obras son las que se especifican en el "Cuadro de Variaciones" de cantidades y montos descritos en el Anexo 1.

Los montos se resumen en el siguiente cuadro:

Lista No.	DESCRIPCION	UD	MONTO FINAL
1	Servicios de Diseño	Global	€545.851.000,00
2	Carretera La Abundancia-Florencia	Global	€2.575.449.485,94
3	La Rotonda en Florencia	Global	€222.525.357,47
4	El Puente sobre el Rio Peje, Ruta Nacional No. 141 (No. 2)	Global	€0,00
5	Intercambio La Abundancia	Global	€2.969.332.636,34
6	La Carretera de La Radial a Ciudad Quesada	Global	€645.193.859,54
7	El Puente sobre el Rio Peje, Radial a Ciudad Quesada (No. 1)	Global	€388.630.600,71
8	Puente sobre la Quebrada San Pedro, Radial Ciudad Quesada	Global	€0,00
MONTO TOTAL			€7.347.585.000,00

Oficina de la Supervisión: Ciudad Quesada, 200 metros Norte del Hospital San Carlos Teléfono: 34602238



	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: 5/17



División de Auditoría Técnica - 02/07/2019 - 02/08/2019

SE HA ESTABLECIDO EN ESTA RELACION DE CANTIDADES PARA AYUDAR LA SUPERVISION DEL PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA LA ABUNDANCIA-FLORENCIA Y RUTA NACIONAL RUTA NACIONAL P.R.

Los montos parciales contemplados en el contrato para la ejecución de imprevistos de obra están agrupados en: CR.110.06(a) Montos Provisionales para Plan de Gestión Ambiental y Social y CR.110.06 Montos provisionales (Trabajo a Costo más Porcentaje).

Los montos parciales obtenidos al realizar el presente pre-cierre de ejecución de obras son las que se resumen en el siguiente cuadro:

Lista No.	DESCRIPCION	UD	MONTO INICIAL DE CONTRATO	MONTO FINAL
-	CR.110.06(a) Montos Provisionales para Plan de Gestión Ambiental y Social	Global	\$46.000.000,00	\$28.787.887,48
-	CR.110.06 Montos provisionales (Trabajo a Costo más Porcentaje)	Global	\$460.000.000,00	\$539.598.054,99
MONTO TOTAL:			\$406.000.000,00	\$568.375.972,47

El costo total de la obra ejecutada obtenido al realizar este pre-cierre de proyecto es de ₡ 7.347.585.000,00 colones (Siete mil trescientos cuarenta y siete millones quinientos ochenta y cinco mil 00/100 colones), por lo tanto se soporta en el presente pre-cierre un aumento de ₡ 149.585.000,00 (Ciento cuarenta y nueve millones novecientos ochenta y cinco mil 00/100 colones) autorizados mediante la Adenda 1, sobre el monto inicial autorizado del contrato de ₡ 7.197.800.000,00 (Siete mil ciento noventa y siete millones seiscientos mil 00/100 colones).

Tras la adición al contrato de la Adenda 1 "Cambio del Diseño de dos a cuatro carriles" se hace necesario solicitar la adición al contrato de la Adenda 2 "Construcción de la carretera La Abundancia-Florencia a cuatro carriles y las obras adicionales requeridas" que aún no ha sido aprobada. Los montos se describen en el cuadro de cantidades del Anexo 2.

Los montos se resumen en el siguiente cuadro:

Lista No.	DESCRIPCION	UD	MONTO ACTUAL DE CONTRATO
1	Servicios de Diseño	Global	\$0,00
2	Carretera La Abundancia-Florencia	Global	\$6.229.19.264,22
3	La Riberita en Florencia	Global	\$840.954.065,57
4	El Puente sobre el Rio Paja, Ruta Nacional No. 141 (R.N.2)	Global	\$537.226.695,76
5	Intercambio La Abundancia	Global	\$4.415.645.727,92
6	La Carretera de La Nadija a Ciudad Quesada	Global	\$1.793.867.290,45
7	El Puente sobre el Rio Paja, Nadija a Ciudad Quesada (R.N.1)	Global	\$1.345.987.129,45
8	Puente sobre la Quebrada San Pedro, Nadija Ciudad Quesada	Global	\$1.926.646.790,64
9	Rehabilitación	Global	\$126.066.689,11
10	Barreras	Global	\$1.393.286.891,11
11	Establecimiento de Señales	Global	\$1.427.288.888,00
12	Accesos y Intercambios	Global	\$222.417.135,45
13	Diseños Adicionales	Global	\$15.936.888,00
MONTO TOTAL			\$26.450.524.917,83

Ciudad de la Superintendencia Ciudad Quesada, 200 metros Norte del Hospital San Carlos Teodoro (R002232)



	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: 6/17



GENERALIZACIÓN TÉCNICA - 2015 (1) - 2015 (1)

SE HA ZERLEADO UNO DE LOS SELECCIONADOS PARA AYUDAR LA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA LA REBUNICH - PUERTO RICAL, CANTÓN QUESADA, RUTA NACIONAL 17 B

CUADRO DE CONTROL DE ÓRDENES DE SERVICIO

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA	MONTO AUTORIZADO	MONTO REAL
00-1	Orden de Inicio	26/04/2014	\$0.00	\$0.00
00-2	Orden de suspensión	26/03/2014	\$0.00	\$0.00
00-3	Orden de Cancelación para ideas (ver ideas para cancelar para de ideas)	26/03/2014	\$1.031.000,00	\$1.031.000,00
00-4	Orden de Reubicación de servicios públicos	26/03/2014	\$2.000.000,00	\$2.282.338,24
00-5	Orden de Inicio de obras	20/12/2014	\$0.00	\$0.00
00-6	Orden de suspensión	22/12/2014	\$0.00	\$0.00
00-7	Orden de Suspensión para reanudar	26/03/2015	\$7.363.245,00	\$7.363.245,00
00-8	Orden de Inicio de trabajos de diseño	26/03/2015	\$0.00	\$0.00
00-9	Orden de Inicio anticipado de construcción	26/03/2015	\$0.00	\$0.00
00-10	Orden de Inicio anticipado	22/04/2015	\$0.00	\$0.00
00-11	Orden de suspensión	26/04/2015	\$0.00	\$0.00
E-1 # 00-7	Emienda a 00-7 (Orden de pago para cancelación de ideas) 13/07/15	22/04/2015	\$2.074.264,40	\$2.074.264,40
00-12	Orden de Cancelación de trabajos para cancelar construcción	08/06/2015	\$5.49.777,23	\$5.49.777,23
E-1 # 00-8	Emienda a 00-8 (Inicio anticipado de Construcción)	26/06/2015	\$0.00	\$0.00
00-13	Orden de Inicio de Diseño	26/06/2015	\$0.00	\$0.00
00-14	Orden de Levantamiento topográfico de terreno inestable	08/07/2015	\$12.642.541,33	\$12.642.541,33
00-15	Orden de Reubicación y construcción de obras	24/07/2015	\$32.943.000,00	\$38.607.244,07
E-2 # 00-8	Emienda a 00-8 (Inicio anticipado de Construcción)	26/08/2015	\$0.00	\$0.00
00-16	Orden de Ejecución de trabajos en la zona del Intercambio La Abundancia	02/08/2015	\$73.001.446,51	\$73.001.446,51
00-17	Orden de Inicio de Diseño de Acceso a Barrios Ciudad Quevedo	20/08/2015	\$2.794.000,00	\$0.00
00-18	Orden de Servicio "Ejecución de trabajos para Obras en Casco"	26/08/2015	\$0.00	\$0.00
E-3 # 00-16	Emienda a 00-16 "Ejecución de trabajos en la zona del Intercambio La Abundancia"	23/11/2015	\$21.861.041,23	\$21.861.041,23
00-19	Orden de Servicio "Inicio parcial de Fase II Construcción"	23/02/2016	\$0.00	\$0.00
00-20	Orden de Servicio "Ejecución de trabajos"	22/12/2015	\$0.00	\$0.00
00-21	Orden de Servicio "Ejecución Ambiental y Social Impacto"	22/02/2017	\$7.363.618,75	\$7.363.618,75
00-22	Orden de Servicio "Seguimiento Social"	26/02/2017	\$0.00	\$0.00
00-23	Orden de Servicio "Alquiler de Maquinaria para trabajos de Mantenimiento"	07/03/2017	\$12.000.000,00	\$0.00

CUADRO DE CONTROL DE ÓRDENES DE MODIFICACIÓN

OM N°	DESCRIPCIÓN	FECHA
OM-1	Orden de Diseño a Cuatro carriles	19/03/15
OM-2	Orden de Cambio de Listas de pago y sus porcentajes	08/01/16
OM-3	Orden de Reacomodo de montos en las Listas de pago	16/08/16
OM-4	Orden de Reacomodo de montos en las Listas de pago	09/11/16
OM-5	Orden de Reacomodo de montos en las Listas de pago	23/11/16

Obras de la Supervisión: Ciudad Quevedo, 200 metros Norte del Hospital San Carlos Teléfono 34022033



	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: 7/17



Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos

El presente documento es una copia de un documento original que forma parte de un expediente de un proyecto de investigación y construcción de la Universidad de Costa Rica. Este documento es propiedad de la Universidad de Costa Rica y no debe ser distribuido fuera de ella.

CUADRO DE CONTROL DE FACTURACIÓN

ESTIMACION	ASUNTO	MONTO	FECHA	FACTURA
1	Estimación costo + % No. 1	€ 3.654.000,00	13/11/2014	6
	Anticipo	€ 789.760.000,00	11/02/2015	7
2	Estimación Diseño No. 2	€ 29.919.068,15	27/03/2015	12
3	Estimación Diseño No. 3	€ 72.634.889,74	05/05/2015	13
4	Estimación Diseño No. 4	€ 117.668.591,25	01/06/2015	18
5	Estimación Diseño No. 5	€ 400.171.355,60	06/07/2015	20
6	Estimación Diseño No. 6	€ 22.390.247,20	12/08/2015	21
7	Estimación Diseño No. 7	€ 16.316.213,55	09/09/2015	25
8	Estimación Diseño No. 8	€ 8.853.048,00	28/10/2015	23
8-A	Estimación Diseño No. 8-A	€ 106.019.982,06	28/10/2015	28
9	Estimación Diseño No. 9	€ 9.640.302,60	10/11/2015	31
9-A	Estimación Diseño No. 9-A	€ 7.574.086,91	10/11/2015	32
10	Estimación Diseño No. 10	€ 150.000.404,40	30/11/2015	33
10-A	Estimación Diseño No. 10-A	€ 21.869.945,25	30/11/2015	34
11	Estimación Diseño No. 11	€ 91.323.087,94	03/02/2016	40
11-A	Estimación Construcción No. 11-A	€ 448.823.505,21	09/02/2016	39
12	Estimación Construcción No. 12	€ 875.924.784,23	09/03/2016	41
13	Estimación Construcción No. 13	€ 645.276.113,99	12/04/2016	45
14	Estimación Construcción No. 14	€ 668.762.535,02	11/05/2016	46
15	Estimación Construcción No. 15	€ 533.273.504,98	10/06/2016	47
16	Estimación Construcción No. 16	€ 581.604.953,11	12/07/2016	49
17	Estimación Construcción No. 17	€ 610.190.981,67	08/08/2016	52
17-A	Estimación Construcción No. 17-A	€ 30.799.041,35	08/08/2016	57
18	Estimación Construcción No. 18	€ 462.344.679,84	09/09/2016	59
19	Estimación Construcción No. 19	€ 504.877.069,44	05/10/2016	101
19-A	Estimación Construcción No. 19-A	€ 28.387.429,04	05/10/2016	104
20	Estimación Construcción No. 20	€ 596.562.893,02	07/11/2016	106
20-A	Estimación Construcción No. 20-A	€ 22.083.925,92	07/11/2016	108
21	Estimación Construcción No. 21	€ 374.337.743,65	02/12/2016	109
22	Estimación Construcción No. 22	€ 150.146.688,94	05/01/2017	110
22-A	Estimación Construcción No. 22-A	€ 6.088.864,32	05/01/2017	111
23	Estimación Construcción No. 23	€ 85.876.421,92	08/02/2017	114
23-A	Estimación Construcción No. 23-A	€ 31.367.745,14	08/02/2017	115
23-B	Estimación Construcción No. 23-B	€ 8.682.278,60	08/03/2017	116
TOTAL		€7.713.458.972,48		

Oficina de la Superación Ciudad Guayaquil, 200 metros Norte del Hospital San Carlos Teléfono: 2402258



	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: 10/17

SGS SEGUROS Y GARANTÍAS S.A. - SEGUROS Y GARANTÍAS
SEGUROS Y GARANTÍAS S.A. - SEGUROS Y GARANTÍAS
SEGUROS Y GARANTÍAS S.A. - SEGUROS Y GARANTÍAS

Ciudad Quesada, 10-09-2017

Ing. Alexander Moya Lacayo,
Gerente de Proyecto
Unidad Ejecutora PV-1.

Referencia: Pre-cierre del contrato de Supervisión financiado por el PV-1.

Asunto: Pre-cierre del contrato de "Contratación de una Consultora que brinde Servicios de apoyo al COMAVI para la Supervisión del Proyecto de Diseño y Construcción de la Camisera La Abundancia-Florencia y Radial a Ciudad Quesada, Carretera a San Carlos, Ruta Nacional N° 35", LPI N° 2013LJ-000019-00E00.

Estimado Ingeniero:

De acuerdo contrato firmado en fecha: 12 de septiembre del 2014 de "Contratación de una Consultora que brinde Servicios de apoyo al COMAVI para la Supervisión del Proyecto de Diseño y Construcción de la Camisera La Abundancia-Florencia y Radial a Ciudad Quesada, Carretera a San Carlos, Ruta Nacional N° 35", LPI N° 2013LJ-000019-00E00 y a los acuerdos documentados en la Orden de Inicio (OI-1), de fecha 06 de octubre del 2014, se le comunica que:

Los montos parciales de cada uno de las tablas de pago contempladas en el contrato para la ejecución de la contratación en mención, obtenidos al realizar el presente pre-cierre de contrato financiado por el PV-1, son los que se especifican en el "Cuadro de Variaciones" de montos descritos en el Anexo 1.

Los montos se resumen en el siguiente cuadro:

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MONTOS PARCIALES
1	PROYECTOS DE OBRAS	Dólar	\$12.126.71
2	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES	Dólar	\$6.129.29
3	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA OBRAS DE SUPERVISIÓN DE OBRAS	Dólar	\$1.137.29
4	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA OBRAS DE SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	Dólar	\$29.227.21
5	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA OBRAS DE SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	Dólar	\$1.122.29
6	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA OBRAS DE SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	Dólar	\$1.122.29
7	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA OBRAS DE SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	Dólar	\$1.122.29
8	PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA OBRAS DE SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	Dólar	\$1.122.29
MONTOS TOTALES			\$1.17.466.21

En el presente pre-cierre se hacen los ajustes al monto contractual de acuerdo con lo que establece el artículo 109.05.02 y demás artículos afines de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Camiseras y Puentes CR-2010.

El costo total de la supervisión realizada obtenido al realizar este pre-cierre de contrato es de \$1.373.500,51 dólares (Un millón trescientos sesenta y nueve mil seiscientos con 51/100 dólares), sobre el monto inicial autorizado del contrato de \$1.392.400,50 (Un millón trescientos noventa y dos mil cuatrocientos cinco con 50/100 dólares), de los cuales \$22.304,00 (veintidos mil trescientos cuatro con 00/100 dólares) corresponden a impuestos al Salario-No Residentes, por lo tanto se soporta en el presente pre-cierre de contrato N° 1 una disminución en el monto de autorizado del contrato de \$18.497,07 (Dieciocho mil cuatrocientos noventa y siete con 07/100 dólares).

Oficina de Supervisión: Ciudad Quesada, 550 Intersección de la Carretera a San Carlos Teléfono: 20022330



	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: 11/17

SGS

Supervisión de Obra - 2019 - 000019-00000

SE ha implementado la edición de CONSULTAS PARA LA SUPERVISIÓN DE PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA LA ABUNDANCIA-FLORENCIA Y RADIAL A CIUDAD GUESADA, CARRETERA A SAN CARLOS, RUTA NACIONAL N° 39

El contrato original por un monto de \$1.392.405,50 y con financiamiento del PIT-1, fue concluido el día 07 de junio de 2016, habiendo transcurrido un total de 21 meses calendario contabilizados a partir de la fecha indicada en la Orden de Inicio, los cuales incluyen 1 mes compensable por causas no imputables al contratista, con fecha última de terminación de obras: 01 de julio del 2016.

En vista de que el alcance del contrato de Diseño y Construcción ha sido ampliado en cuanto a sus montos y plazos, y que evidentemente al momento de planificar la contratación del apoyo de la supervisión, no se conocía con certeza que se requerían estos servicios adicionales, se hizo necesario la formulación de la Adenda 1 de "Contratación de una Consultora que brinde Servicios de apoyo al CONAMI para la Supervisión del Proyecto de Diseño y Construcción de la Carretera La Abundancia-Florencia y Radial a Ciudad Guesada, Carretera a San Carlos, Ruta Nacional No 39", LRI No 2015LI-000019-00000, con financiamiento del PIT-1.

A continuación, se resumen los montos del contrato en el siguiente cuadro:

ADENDA	DESCRIPCIÓN	PLAZO		MONED	
		VARIACION	AUTORIZADO	VARIACION	AUTORIZADO
	Monto Original del Contrato	-	20	-	\$1.392.405,50
1	Aumento de monto y Plazo	21	41	\$2.004.033,00	\$3.396.438,50

Plazos del contrato:

Plazo Original (mes)	Variación (mes)	Plazo Propuesto (mes)
20	21	41

Oficina de la Supervisión: Ciudad Guesada, 22 metros Norte del Hospital San Carlos Teléfono 3800000



 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: 12/17

SGS GRUPO EMPRESARIAL INTEGRADO DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA
SE HA DESARROLLADO SELECCIÓN DE CONSULTORES PARA APOYAR LA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO DE ENERO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA LA
 BARRANCA - PUERTO YUCAUO CANTÓN SAN CARLOS NACIONAL P.R.

CUADRO DE CONTROL DE ÓRDENES DE SERVICIO

Orden N°	Descripción	Fecha
OS-1	Orden de inicio	08/10/2014
OS-2	Suministro del Inventario Forestal	19/12/2014
OS-3	Orden de Contratación Promotor(a) Social	07/01/15
OS-4	Orden de Contratación de Biólogo(s)	07/01/15
OS-5	Orden Válea de estado actual carretera	25/01/15
OS-6	Orden de Contratación de Estudios de Análisis y Demanda	23/04/2015
OS-7	Orden de Contratación de Geólogo	18/05/2015
OS-8	Orden de Contratación de Estudios Hidráulicos	23/07/2015
OS-9	Orden de Contratación de cuadros de topografía	25/01/2016
Enm 1 a OS-3	Se emiendan los puntos 4 y 5 de la OS-3	10/04/2016
Enm 1 a OS-4	Se emiendan los puntos 4 y 5 de la OS-4	10/04/2016
OS-10	Orden de Dtas Compensables	31/05/2016
OS-11	Orden de Trazado de Fecha de Término y Monto del contrato	01/07/2016
Enm 2 a OS-3	Se emiendan los puntos 4 y 5 de la OS-3	02/07/2016
Enm 2 a OS-4	Se emiendan los puntos 4 y 5 de la OS-3	02/07/2016
OS-12	Contratación de Diseño de Marginales	03/07/2016

CUADRO DE CONTROL DE ÓRDENES DE MODIFICACIÓN

N°	Descripción	Fecha
OM-1	Orden de Acomodo de cantidades y montos	22/04/2015
OM-2	Orden de Acomodo de cantidades y montos	16/06/2015
OM-3	Orden de Acomodo de cantidades y montos	20/01/2016
OM-4	Orden de Acomodo de cantidades y montos	11/02/2016
OM-5	Orden de Reducción de la Permanencia del Ingeniero de Calidad	16/03/2016
BASE ADENDUM	Orden de Traslado de Píazo a Etapa Construcción	18/05/2016
OM-6	Orden de Traslado de Píazo a Etapa Construcción	23/05/2016
OM-7	Orden de Acomodo de cantidades y montos	24/05/2016

Oficina de la Supervisión: Ciudad Guayaquil, 100 metros Norte del Hospital San Carlos Teléfono: 04310204



	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: 13/17



SGS SERVICIOS TÉCNICOS DE CONTROL Y CALIDAD

SE INICIA LA AUDITORIA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA VERIFICACIÓN DEL PROYECTO DE OBRAS Y ENTREGA DE LA OBRERA EN EL SECTOR DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA LA AMARILLA - PUERTO FERRAZ, CANTÓN GAMBEL, P.O. BOX 100000

CUADRO DE CONTROL DE FACTURACIÓN

ESTIMACION	MES	MONTO FACTURADO P N-1
E-1	NOVIEMBRE-14	\$30.198,53
E-2	DICIEMBRE-14	\$25.648,67
E-3	ENERO-15	\$42.123,55
E-4	FEBRERO-15	\$47.588,72
E-5	MARZO-15	\$51.968,00
E-6	ABRIL-15	\$58.830,65
E-7	MAYO-15	\$65.871,35
E-8	JUNIO-15	\$63.836,64
E-9	JULIO-15	\$68.122,48
E-10	AGOSTO-15	\$71.585,48
E-11	SEPTIEMBRE-15	\$91.716,57
E-12	OCTUBRE-15	\$82.004,68
E-13	NOVIEMBRE-15	\$62.004,68
E-14	DICIEMBRE-15	\$55.631,43
E-15	ENERO-16	\$59.136,18
E-16	FEBRERO-16	\$98.164,76
E-17	MARZO-16	\$85.554,14
E-18	ABRIL-16	\$81.840,28
E-19	MAYO-16	\$88.247,89
E-20	JUNIO-16	\$89.287,04
E-21	JULIO-16	\$48.908,48
E-22	AGOSTO-16	\$10.900,00
E-23	ENERO-17	\$20.562,40
MONTO TOTAL FACTURADO		\$1.575.908,31

Informe de Auditoría: 13-AT-133-18, 18 de octubre de 2019, en Hospital San Carlos Turbaco, 100000



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoria Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
Consecutivo:		Página: 17/17	

	Nombre y Puesto	Firma	Fecha
Preparó:	Ing. Mauricio Franco Muñoz Auditor Técnico		30/09/2019
Revisó:	Ing. MAURICIO SANASCH AUDITOR TÉCNICO		30/9/19
Aprobó:	Ing. Wendy Sequera R. Coordinadora UAT		30/9/2019