UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe Final: EIC-Lanamme-INF-0425-2024

AUDITORIA DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION VIAL.

Contrataciones varias

Informe en versión final
Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

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

San José, Costa Rica
Julio, 2024

Información Técnica del documento

1. Informe Informe en versión final de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-0425-2024	**2. Copia No.** 1
3. Título y subtitulo: AUDITORIA DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION VIAL. Contrataciones varias	**4. Fecha del Informe** Julio 2024
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
6. Notas complementarias --**--	

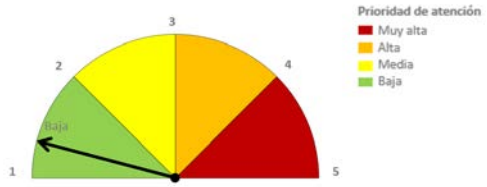
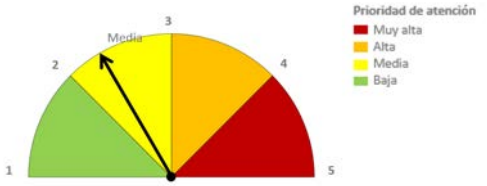
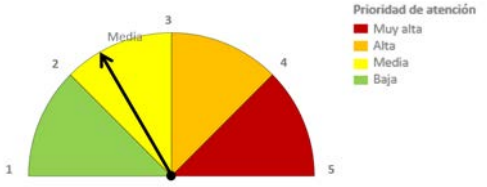
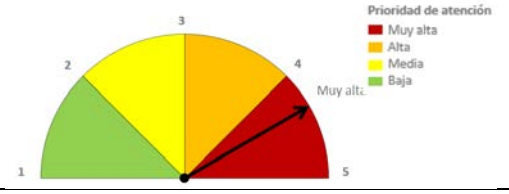
7. Resumen

Sobre los materiales que conforman la mezcla asfáltica: La granulometría de las mezclas asfálticas convencionales analizadas (en ambos tamaños TMN 12mm y de 19mm), cumplen con lo indicado en las especificaciones contractuales. Respecto al contenido de asfalto las mezclas de 12mm y de 19mm, en su mayoría cumplen las especificaciones, sin embargo, para la mezcla de 12mm se determina un incumplimiento.

Sobre la calidad la mezcla asfáltica producida: Para las mezclas asfálticas de ambos tipos de TMN (12 y 19 mm) se determina, -solo para unos días de los analizados y únicamente para algunas plantas de producción-, incumplimientos en los parámetros volumétricos, tales como: contenido de vacíos, vacíos en el agregado mineral (VMA) y vacíos llenos de asfalto (VFA).

Sobre el diseño de la mezcla asfáltica: se establece que los parámetros volumétricos de vacíos llenos de asfalto (VFA) y el contenido de vacíos en la mezcla restringen el rango de contenido de asfalto de los diseños de ambos tipos de mezcla asfáltica (12 y 19 mm), determinando un riesgo potencial de incumplimiento durante el proceso de producción, hasta de un 70%. Inclusive se identificaron 2 diseños, que en el propio contenido óptimo de asfalto, muestran un incumplimiento de los parámetros de la metodología de diseño Marshall.

8. Valoración de resultados

Resultado	Prioridad de atención
Hallazgo 1. Los resultados granulométricos de las mezclas asfálticas analizadas en ambos tipos de tamaño (19 mm y 12,5 mm), cumplen los requisitos establecidos en el cartel de licitación	
Hallazgo 2. Para el parámetro contenido de asfalto para las muestras analizadas se determinan resultados con variabilidad para la mezcla de 12mm y en la mezcla de 19mm ya que muestran valores cercanos al óptimo ± 0,5% establecido en el diseño de mezcla vigente	
HALLAZGO 3. Se evidencia que algunas muestras de la mezcla asfáltica producida por las plantas productoras analizadas presentan algunos incumplimientos en varios de los parámetros volumétricos Marshall (de aceptación o pago) tales como: contenido de vacíos, vacíos en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos de asfalto (VFA) y en la relación polvo/asfalto establecidos en el cartel de licitación	
HALLAZGO 4. Los diseños de mezcla utilizados en la producción de mezcla asfáltica, para el periodo de estudio, muestran algún incumplimiento de los parámetros % vacíos y VFA de diseño en el rango de trabajo del contenido de asfalto (% óptimo ± 0,5%) propuesto para la producción.	

En el Anexo A1. se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración.

10. Palabras clave	11. Nivel de seguridad:	12. Núm. de páginas
Planta asfáltica, Mezcla asfáltica, Diseño de mezcla, Control de Calidad, desempeño, auditoría	Ninguno	93

INFORME EN VERSIÓN FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

AUDITORIA DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2024 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION VIAL.

Contrataciones varias.

Departamento encargado del proyecto: Departamento de Verificación de Calidad de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI
Empresa contratista: detalle en Tabla 3
Montos originales de los contratos: ¢143.965.715.751,95 (colones)
Plazo original de ejecución: 730 días naturales

Director General LanammeUCR:
Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.

Asesoría Legal:
Lic. Nidia Segura Jiménez
Lic. Giovanni Sancho Sanz

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

Auditores:
Ing. Víctor Cervantes Calvo (Auditor Líder)
Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio (Asistente técnica)

Alcance del informe:
El alcance de este informe de auditoría técnica se centró en la evaluación de las mezclas asfálticas producidas para las actividades de Conservación Vial durante el 2023. Se evaluaron mezclas asfálticas fabricadas con cemento asfáltico convencional con tamaños de agregados de 12 mm y de 19 mm. Así como el análisis de los Diseños de Mezcla vigentes para dicho período.

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

TABLA DE CONTENIDO

1. FUNDAMENTACIÓN....8
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS....8
3. OBJETIVO GENERAL DEL INFORME....9
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS....9
5. ALCANCE DEL INFORME....9
6. METODOLOGÍA....9
7. PREVALENCIA DOCUMENTAL....12
8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....12
9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0425-2024 14
10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA....15
11. CONCLUSIONES....50
12. RECOMENDACIONES....52
13. REFERENCIAS....53

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

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MUESTREOS REALIZADOS A LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE. 10
TABLA 2. DETALLE DE LOS MUESTREOS Y LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LOS CUALES SE TOMARON LAS MUESTRAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE. 11
TABLA 3. ZONAS ADJUDICADAS PARA CADA CONTRATISTA Y PLANTA SUPLIDORA. 13
TABLA 4. PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO PARA MEZCLA ASFÁLTICA DE 12MM 16
TABLA 5. PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO PARA MEZCLAS DE TMN 19 MM. 20
TABLA 6. PARÁMETROS GENERALES DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA ASFÁLTICA 22
TABLA 7. ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS SEGÚN EL MÉTODO MARSHALL 25
TABLA 8. ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS SEGÚN EL MÉTODO MARSHALL 31
TABLA 9. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM DE LOS INFORMES DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE ESTUDIO 36
TABLA 10. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 19 MM DE LOS INFORMES DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE ESTUDIO 38
TABLA 11. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM DE LOS INFORMES DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE ESTUDIO..... 40
TABLA 12. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 19 MM DE LOS INFORMES DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE ESTUDIO 42
TABLA 13. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM DE LOS INFORMES DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE ESTUDIO..... 45
TABLA 14. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM DE LOS INFORMES DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE ESTUDIO 48
TABLA 15. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM DE LOS INFORMES DE LA PLANTA DE ESTUDIO..... 49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LAS PLANTAS MUESTREADAS. FUENTE: LANAMMEUCR 10
FIGURA 2. RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ANALIZADAS DE TODAS LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN. FUENTE: AUDITORÍA TÉCNICA 17
FIGURA 3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS CURVAS GRANULOMÉTRICAS PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ANALIZADAS. FUENTE: AUDITORÍA TÉCNICA 18
FIGURA 4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS CURVAS GRANULOMÉTRICAS PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ANALIZADAS DE TMN DE 12,5 MM PARA MEZCLA CONVENCIONAL. FUENTE: AUDITORÍA TÉCNICA..... 18
FIGURA 5. RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ANALIZADAS DE TODAS LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN. FUENTE: AUDITORÍA TÉCNICA 19
FIGURA 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS CURVAS GRANULOMÉTRICAS PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ANALIZADAS DE TMN DE 19 MM PARA MEZCLA CONVENCIONAL Y MEZCLA MODIFICADA CON POLÍMEROS. FUENTE: AUDITORÍA TÉCNICA 21

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

FIGURA 7. RESULTADOS DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA ANALIZADAS DE TMN DE 12,5MM. ELABORADO POR: AUDITORÍA TÉCNICA 24
FIGURA 8. CONTENIDO DE VACÍOS Y PORCENTAJE FUERA DE ESPECIFICACIÓN PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS DE TMN DE 12,5MM DE TODAS LAS PLANTAS ESTUDIADAS. ELABORADO POR: AUDITORÍA TÉCNICA 26
FIGURA 9. PARÁMETRO VMA Y PORCENTAJE FUERA DE ESPECIFICACIÓN PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS DE TMN DE 12,5MM Y 19 MM DE TODAS LAS PLANTAS ESTUDIADAS. 27
FIGURA 10. PARÁMETRO VFA Y PORCENTAJE FUERA DE ESPECIFICACIÓN PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS DE TMN DE 12,5MM Y 19 MM DE TODAS LAS PLANTAS ESTUDIADAS. 28
FIGURA 11. RELACIÓN POLVO/ASFALTO Y PORCENTAJE FUERA DE ESPECIFICACIÓN PARA LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS DE TMN DE 12,5MM DE TODAS LAS PLANTAS ESTUDIADAS. 29
FIGURA 12. REPRESENTACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MALLA 200 (POLVO) Y CONTENIDO DE ASFALTO EFECTIVO COMPARADOS CON LOS LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN PARA TODAS LAS PLANTAS ESTUDIADAS. 30
FIGURA 13. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM. 34
FIGURA 14. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 19 MM. 37
FIGURA 15. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM. 39
FIGURA 16. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 19 MM. 41
FIGURA 17. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM. 43
FIGURA 18. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM. 46
FIGURA 19. ANÁLISIS GRÁFICO Y RESUMEN DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA MEZCLA DE 12,5 MM. 49

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

INFORME EN VERSIÓN FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

AUDITORIA DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION VIAL. Contrataciones varias.

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 Nº 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas y 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.

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

3. OBJETIVO GENERAL DEL INFORME

El objetivo de este informe es presentar los resultados de auditoría, luego de valorar de forma general la calidad de la mezcla asfáltica producida por los diversos contratistas, para ser utilizada en los procesos de conservación vial aplicados por el CONAVI durante el 2023. Dicha valoración se realiza iniciando con la evaluación del diseño de mezcla utilizado por la planta para la producción de mezcla asfáltica. Además, se evalúan los parámetros de calidad y aceptación de conformidad con lo que se establece en las especificaciones contractuales y las prácticas ordinarias para diseño de mezcla.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad del producto final obtenido en el proceso de producción de mezcla asfáltica mediante ensayos Marshall.
- Análisis y valoración del diseño de mezcla utilizado por la planta para la producción de mezcla asfáltica.

5. ALCANCE DEL INFORME

El estudio que se realiza está comprendido entre febrero a setiembre de 2023, considerando todas las plantas de producción activas en este periodo, cuya producción estuviera destinada a proyectos de conservación vial, ya sea para actividades de mantenimiento y rehabilitación, así como de bacheo.

Los resultados analizados son los obtenidos por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), así como los respectivos diseños de mezcla vigentes, que son elaborados por el laboratorio de control de calidad de cada contratista para la producción de mezcla asfáltica en las plantas de producción.

6. METODOLOGÍA

La fiscalización que realiza la Auditoría Técnica del LanammeUCR es un proceso independiente, basado en normas y procedimientos establecidos, aplicando criterios objetivos en procura de lograr el cumplimiento del alcance y los objetivos definidos para cada uno de los estudios desarrollados. Este proceso no limita a que algunas actividades puedan realizarse en conjunto con el auditado.

Durante el proceso de auditoría realizado por la Auditoría Técnica del LanammeUCR se visitaron las instalaciones de las plantas asfálticas indicadas en la Tabla 1 y se tomaron muestras de la mezcla asfáltica por un periodo definido para llevar a cabo las actividades de evaluación de la planta.

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

Tabla 1. Muestreos realizados a las plantas de producción de mezcla asfáltica en caliente.

Planta	Fecha muestreo (s)
MECO Uruca (MU)	08/02/2023
MECO Uruca (MU)	09/02/2023
HS Guápiles (HSG)	24/03/2023
MECO Uruca (MU)	29/03/2023
CONANSA Calle Blancos (CO)	30/03/2023
Constructora Herrera (CH)	02/05/2023
CONANSA Bagaces (CBa)	25/05/2023
Pedregal Nicoya (PN)	07/07/2023
Pedregal Nicoya (PN)	03/11/2023

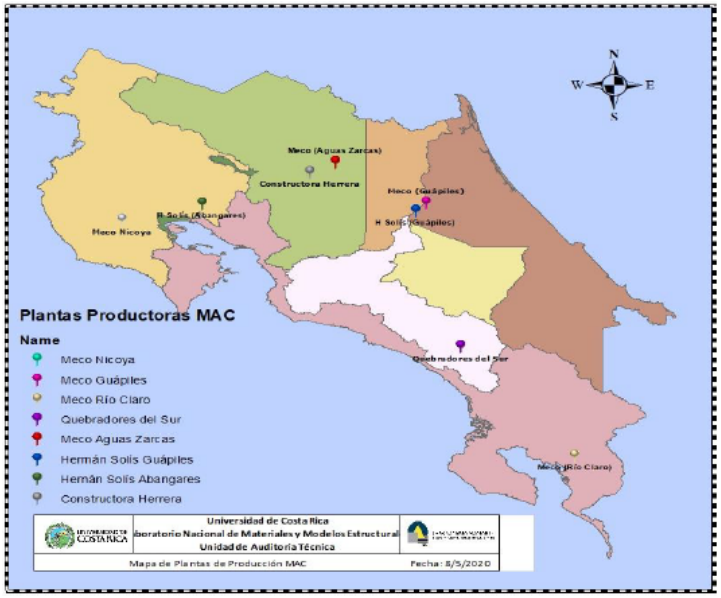


Figura 1. Ubicación de las plantas muestreadas. Fuente: LanammeUCR

La Unidad de Auditoría Técnica, mediante el Laboratorio de Infraestructura Vial del LanammeUCR gestionó la toma de muestras de la mezcla asfáltica producida durante el año 2023 para cada uno de los diferentes centros de producción. Todas las muestras fueron tomadas de manera aleatoria, y posteriormente ensayadas por el Laboratorio de Mezclas Bituminosas del LanammeUCR, en la Tabla 2 se presenta un detalle de la toma de muestras de mezcla asfáltica en caliente.

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

Tabla 2. Detalle de los muestreos y los ensayos realizados en los cuales se tomaron las muestras de mezcla asfáltica en caliente.

Planta	Muestra	Fecha	Cartel	Tipo MAC		Contenido Asfalto	Granulometría	Parámetros Marshall
				12mm	19mm			
CONANSA Bagaces (Nicoya, ruta No.150, zona 2-4)	0851-2023	25/5/2023	128 (1)	✓		✓	✓	✓
CONANSA Calle Blancos (Guanacaste)	0517-2023	30/3/2023	128 ó 149 (2)	✓		✓	✓	✓
MECO Uruca (No indagado)	0511-2023	29/3/2023	128 ó 149	✓		✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0182-2023	8/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0192-2023	9/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0196-2023	9/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0197-2023	8/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
Muestras de Proyecto de Bacheo								
Constructora Herrera (ruta 4, sector muelle-tanque)	0713-2023	2/5/2023	094(3)		✓	✓	✓	✓
Pedregal (Nicoya) (Ruta 157 Casitas - Mansión, Zona 2-4)	1134-2023	7/7/2023	0131(4)		✓	✓	✓	✓
Pedregal (Nicoya) (bacheo de urgencia ruta 934, zona 2-4)	1279-2023	18/7/2023	0131	✓		✓	✓	✓

(1) 2022CD-000128-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"
(2) 2022CD-000149-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"
(3) 2022CD-000094-0006000001" Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 6-2 Los Chiles; Región Huetar Norte"
(4) 2022CD-000131-000600000" Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 2-4 Nicoya; Región Chorotega"

Los ensayos realizados consistieron en determinar el valor del contenido de asfalto (ASTM D-6307 /ASTM-D-95), la composición granulométrica (ASTM D 5444) y determinar cada uno de los parámetros Marshall indicados en la especificación AM-2001.

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

7. PREVALENCIA DOCUMENTAL

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

- Ley de Contratación Administrativa (Ley No. 7494 del 02 de mayo de 1995) y sus reformas y su respectivo Reglamento (Decreto Ejecutivo número 33411-H del 27 de setiembre del 2006) y sus reformas.
- El cartel de licitación, incluyendo las Especificaciones Especiales, sus aclaraciones y sus enmiendas.
- La oferta adjudicataria.
- El contrato refrendado por la Gerencia de Gestión de Asuntos Jurídicos del CONAVI.
- “Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-2010)”.
- El código de construcción.
- 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).
- Normas y diseños para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.
- Todas aquellas normas ASTM que cuenten con homologación vigente del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) regirán sobre su homologada. El contratista tendrá la obligación de verificar y aplicar toda la normativa INTECO aplicable.

8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las plantas de producción de mezcla asfáltica ubicadas en el territorio nacional y que producen mezcla asfáltica para actividades de conservación vial en su mayoría mantienen una disposición del proceso de producción de forma permanente (Plantas Continuas) para un total de 7 centros de producción bajo esta modalidad de producción. Sin embargo, también se tienen 2 plantas con procesos discontinuos (Plantas de Baches).

En la Tabla 3, se muestra el detalle de las contrataciones y las empresas adjudicatarias, así como la asociación general de cada una de las plantas con las zonas a las cuales suplen mezcla asfáltica.

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

Tabla 3. Zonas adjudicadas para cada contratista y planta suplidora.

Línea	Zona	Contratista (2022CD-000XXX-0006000001)	Monto Adjudicado (Bacheo por urgencia Red Vial Nacional)	Contratista	Monto Adjudicado (128/149:Periódico)
1	1-1 San José	Quebradores Pedregal (095)	162 027 922,46	MECO S.A.	9 671 908 950,59 (1)
2	1-2 Puriscal	MECO S.A. (092)	172 658 845,053	MECO S.A.	
3	1-3 Los Santos	MECO S.A. (097)	172 624 025,516	Constructora Santa Fe S.A.	6 901 885 415,66 (2)
4	1-4 Alajuela Sur	Quebradores Pedregal (096)	168 498 772,992	MECO S.A.	4 951 966 881,04
5	1-5 Alajuela Norte	Quebradores Pedregal (101)	172 699 991,856		
6	1-6 San Ramón	¥ (109)	-		
7	1-7 Cartago	MECO S.A. (106)	172 660 296,651	Constructora Santa Fe S.A.	(2)
8	1-8 Turrialba	¥ (104)	-	Constructora Santa Fe S.A.	
9	1-9 Heredia	Quebradores Pedregal (098)	168 498 772,992	MECO S.A.	(1)
10	2-1 Liberia	Concreto Asfáltico Nacional S.A. Fairuza (010)	129 255 973,888	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	1 967 400 011,5
11	2-2 Cañas Upala	¥ (087)	-	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	8 500 077 770,68 (3)
12	2-3 Santa Cruz	Concreto Asfáltico Nacional S.A. (012)	129 266 851,494	Concreto Asfáltico Nacional S.A. .	4 115 015 436,96
13	**2-4 Nicoya**	**Quebradores Pedregal (131)**	170 597 974,896		
14	3-1 Puntarenas	Concreto Asfáltico Nacional S.A. (140)	137 124 918,005	Concreto Asfáltico Nacional S.A	(3)
15	3-2 Quepos	Concreto Asfáltico Nacional S.A. (118)	164 747 204,632		
16	4-1 Pérez Zeledón	MECO S.A. (014)	137 204 744,64	Quebradores del Sur de Costa Rica S.A.	7 428 140 615,96
17	4-2 Buenos Aires	MECO S.A. (011)	151 054 974,00		
18	4-3 Río Claro	MECO S.A. (015)	146 886 477,505	Quebradores del Sur de Costa Rica S.A.	8 432 653 523,79
19	5-1 Guápiles	MECO S.A. (008)	145 737 411,93	MECO S.A.	2 862 606 110,16
20	5-2 Limón	MECO S.A. (009)	144 773 602,48		
21	6-1 Ciudad Quesada	Constructora Herrera S.A. (105)	149 877 550	Constructora Herrera	2 606 112 916,66
22	**6-2 Los Chiles**	**Constructora Herrera S.A. (094)**	156 991 757,46		
		Total adjudicado	2 953 188 068,45	Total adjudicado	57 437 767 633,02

¥: no fue adjudicado

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

9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0425-2024

Como parte de los procedimientos de Auditoría Técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-0339-2024, se envió al jefe del Departamento de Verificación de la Gerencia de Verificación de vías y puentes del CONAVI, el presente informe en versión preliminar (identificado como EIC-Lanamme-INF-0425-2024) a la Administración para su análisis, y en caso de requerirse, se procedería a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría. Para tales efectos se otorgó un plazo de 15 días hábiles, el cual finalizó el 24 de abril de 2024. Posteriormente mediante correo electrónico del día 18 de abril de 2024, el ingeniero Carvajal solicita extensión del plazo al 30 de abril de 2024.

Ante tal circunstancia, el 26 de abril de 2024 se recibe el oficio DVCS-01-2024-0090 suscrito por el jefe del Departamento de Verificación de la Calidad en el cual se realizan los comentarios correspondientes al Informe preliminar "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL. Licitación pública No. 2022CD-145 Mantenimiento Rutinario".

Adicionalmente, a las 9am del viernes 12 de abril de 2024 se realiza una reunión para la presentación del informe en versión preliminar, estando presentes los ingenieros Julio Carvajal Saborío, Karen Zúñiga Brenes, Francisco Gómez Vega y Diego Carvajal del Departamento de Verificación de la Calidad de la Gerencia de Conservación de vías y puentes del Conavi; Berny Quirós Vargas de la Auditoria Interna del Conavi. Por parte de los laboratorios Verificación de la calidad, estuvieron presentes los ingenieros(as) Amed Aldi Bolaños y Valerie Quesada García, del laboratorio LGC; Carlos Villalta Villegas y Leonardo Alvarez, del Laboratorio Castro & De la Torre. Por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR estuvieron presentes los ingenieros(as) Víctor Hugo Cervantes Calvo, Rose Mary Cabalceta Rubio, así como la coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc.

El día 05 de julio de 2024 en cumplimiento con los procedimientos de auditoría técnica, se procede a emitir el informe EIC-Lanamme-0425-2024 en su versión final para ser enviado a las instituciones conforme a la Ley No. 8114 y sus reformas.

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

10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

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

Por lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que prevengan el riesgo potencial de incumplimiento.

10.1.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA

De previo a la presentación de los hallazgos y observaciones que el equipo auditor ha definido, que:

- El monitoreo del proceso de producción, como parte del proceso de control de calidad, mediante la comparación de los resultados de los ensayos que se ejecutan con las especificaciones y la fórmula de trabajo, se realiza con el propósito de detectar posibles variaciones del proceso productivo que permitan efectuar modificaciones o ajustes correctivos, además, que habilita en algunas situaciones evaluar o reformular el diseño de la mezcla asfáltica utilizada en el proceso de pavimentación.
- Las diversas propiedades que define la metodología de diseño de mezcla, tienen como principal objetivo establecer la combinación más eficiente de agregados y el asfalto que permita a la capa de ruedo ser durable, tener mayor resistencia a la deformación y a la presencia de humedad. Mediante este proceso (diseño de mezcla) se establecen los requisitos y las tolerancias especificadas que debe cumplir la mezcla asfáltica según la metodología que se emplee.
-

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

10.1.2. SOBRE LA GRANULOMETRÍA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA

HALLAZGO 1. LOS RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ANALIZADAS EN AMBOS TIPOS DE TAMAÑO (19 MM Y 12,5 MM), CUMPLEN LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL CARTEL DE LICITACIÓN.

A. Mezcla asfáltica de tamaño de 12,5 mm

Para las muestras de mezcla asfáltica provenientes de las diferentes plantas de producción se evalúan los requisitos establecidos en el apartado 3.2.1 "Graduación de la combinación de agregados" de la sección 5 "Especificaciones técnicas especiales" para Mezcla Asfáltica en Caliente elaborada por el diseño Marshall en donde se establecen los rangos granulométricos para la combinación de 12,5 mm.

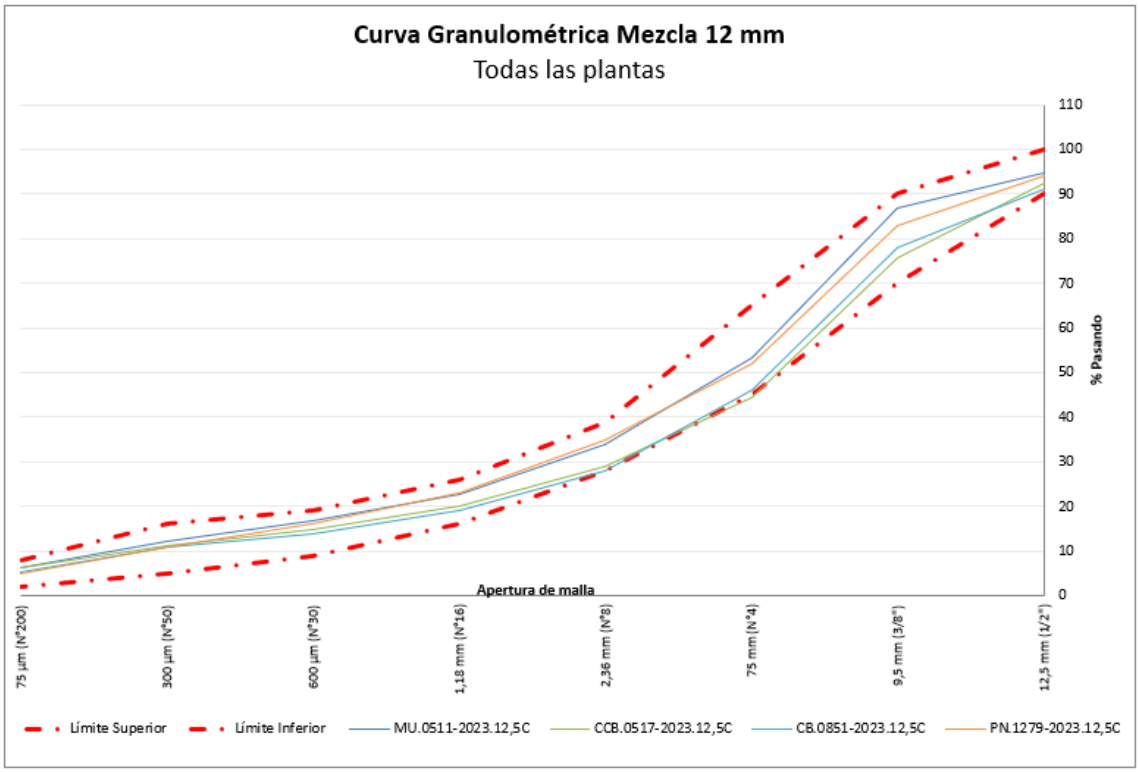
En la Figura 2 se muestra la representación gráfica de los resultados obtenidos para las muestras de ensayo analizadas de todas las plantas asfálticas durante el periodo de muestreo comprendido entre febrero a setiembre de 2023. Como se observa, 2 de 4 de las curvas se encuentran sobre el límite inferior de especificación para los tamaños granulométricos Nº4 y Nº8, lo que establece a nivel global los mayores valores de variación, que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de variación granulométrica para mezcla asfáltica de 12mm

Parámetro	Malla (% pasando)							
	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°200
Promedio	93,27	78,83	49,23	31,63	21,36	15,50	11,44	5,63
Desviación estándar	2,53	5,07	3,41	2,64	2,14	1,51	0,78	0,75
% de variación	8,9%	14,4%	23,4%	25,3%	8,5%	4,0%	0,4%	1,3%

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

Figura 2. Resultados granulométricos para las mezclas asfálticas analizadas de todas las plantas de producción. Fuente: Auditoría Técnica



Con el fin de determinar la tendencia general existente de la granulometría y las variaciones presentes en cada tamaño de malla que conforma la curva granulométrica en las muestras analizadas durante el año 2023 se emplea un método gráfico en donde la granulometría objetivo se representa como el eje horizontal (eje x) y además se trazan los límites de especificación. Luego se realiza la representación gráfica de cada una de las curvas granulométricas diarias, determinando la magnitud existente entre el valor de porcentaje pasando reportado en el ensayo y el valor objetivo de cada tamaño (para cada uno de los tamices en particular) considerando todos los tamaños granulares reportados, tal como se ejemplifica en la Figura 3.

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

Figura 3. Representación gráfica de las curvas granulométricas para las mezclas asfálticas analizadas. Fuente: Auditoría Técnica

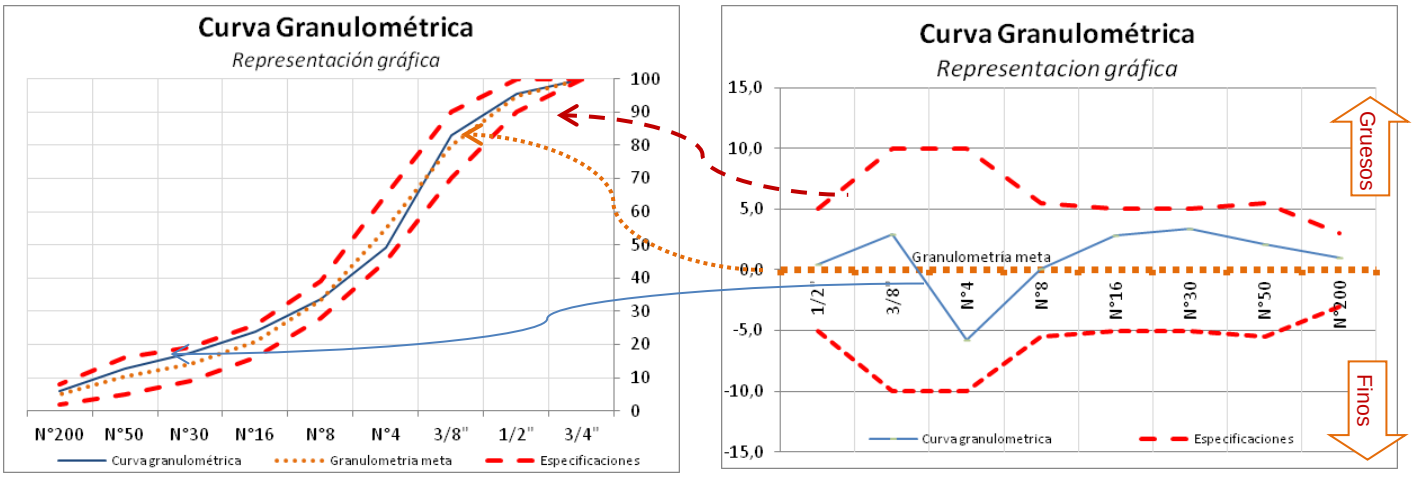
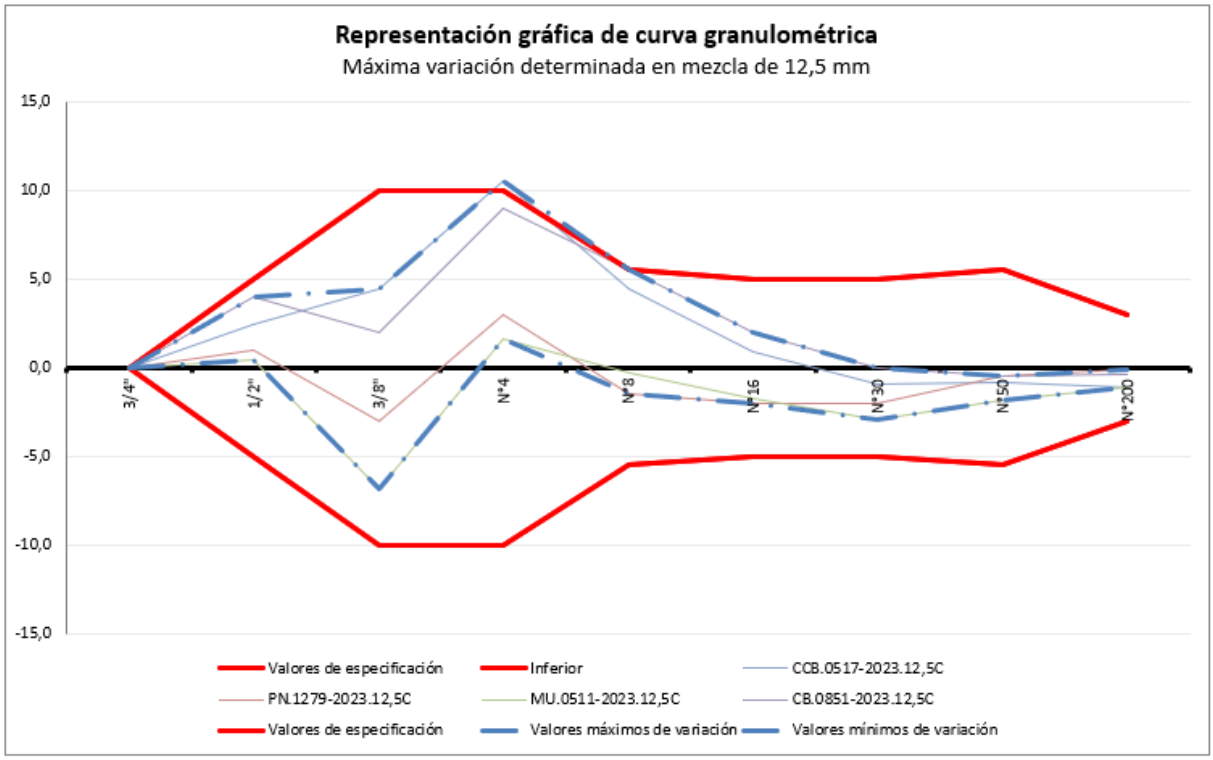


Figura 4. Representación gráfica de las curvas granulométricas para las mezclas asfálticas analizadas de TMN de 12,5 mm para mezcla convencional. Fuente: Auditoría Técnica



En las gráficas presentadas en la **Figura 4** se representan las curvas granulométricas para las mezclas asfálticas de TMN 12,5 mm analizadas. Del análisis de las gráficas se puede

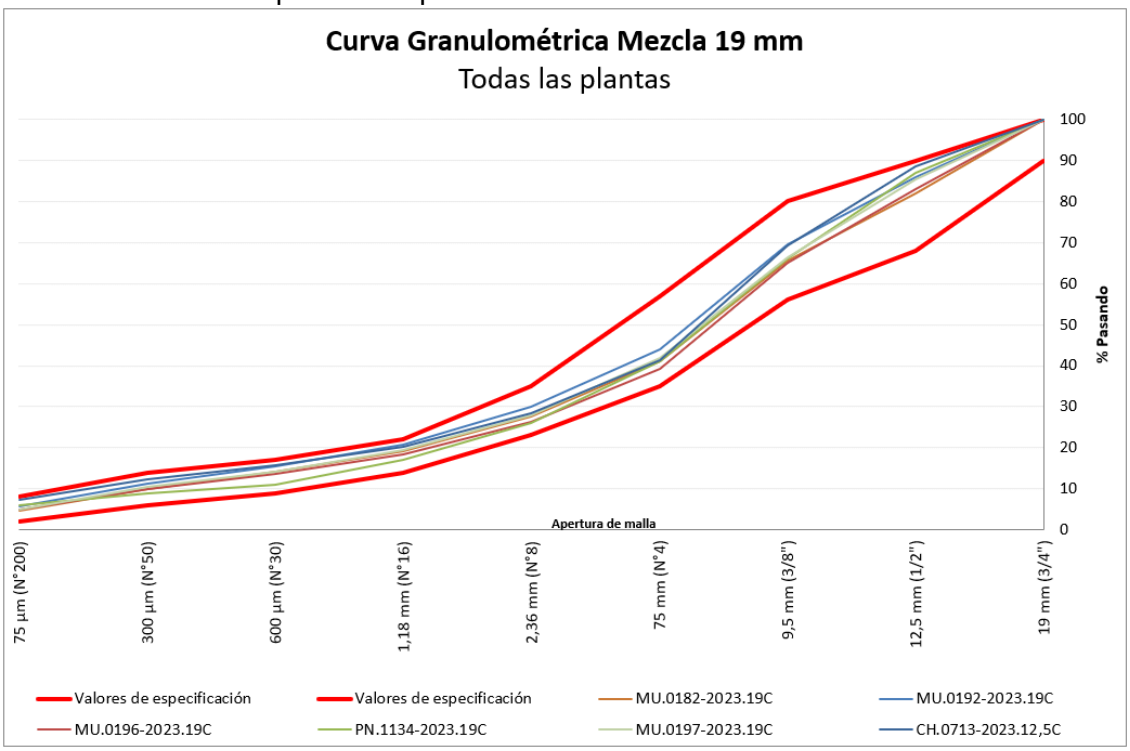
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

determinar que la fracción gruesa (malla ½) tiende hacia el límite superior, en tanto la malla $^3/_8$ se ubica entre ambos límites. Por su parte las mallas N4 y N8 se ubican en la sección superior mostrando 2 plantas cercanas al límite superior (Conansa Calle Blancos y Conansa Bagaces). Por último, los agregados de tamaño fino (mallas 30 a 200) se hallan en el lado inferior de la especificación para los centros de producción de mezcla asfáltica analizadas.

B. Mezcla asfáltica de tamaño de 19 mm

Con relación a las muestras de mezcla asfáltica con tamaño granulométrico de 19mm los requisitos se establecen en el apartado 3.2.1 "Graduación de la combinación de agregados" de la sección 5 "Especificaciones técnicas especiales" para Mezcla Asfáltica en Caliente elaborada por el diseño Marshall. Con relación a los rangos granulométricos establecidos, se evalúan cada una de las granulometrías de TMN 19 mm provenientes de las diferentes plantas de producción, los cuales se presentan en la Figura 5.

Figura 5. Resultados granulométricos para las mezclas asfálticas analizadas de todas las plantas de producción. Fuente: Auditoría Técnica



Posteriormente, se determinan los valores de porcentaje de cumplimiento para cada uno de los tamaños granulométricos, evidenciándose que todos los resultados se encuentran dentro

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

de los límites de especificación establecidos, tal como se muestra en la Tabla 5**.** Solamente se determina una variación en la malla Nº16, en donde se establece un valor de 9,8% de variación.

Tabla 5. Porcentaje de variación granulométrico para mezclas de TMN 19 mm.

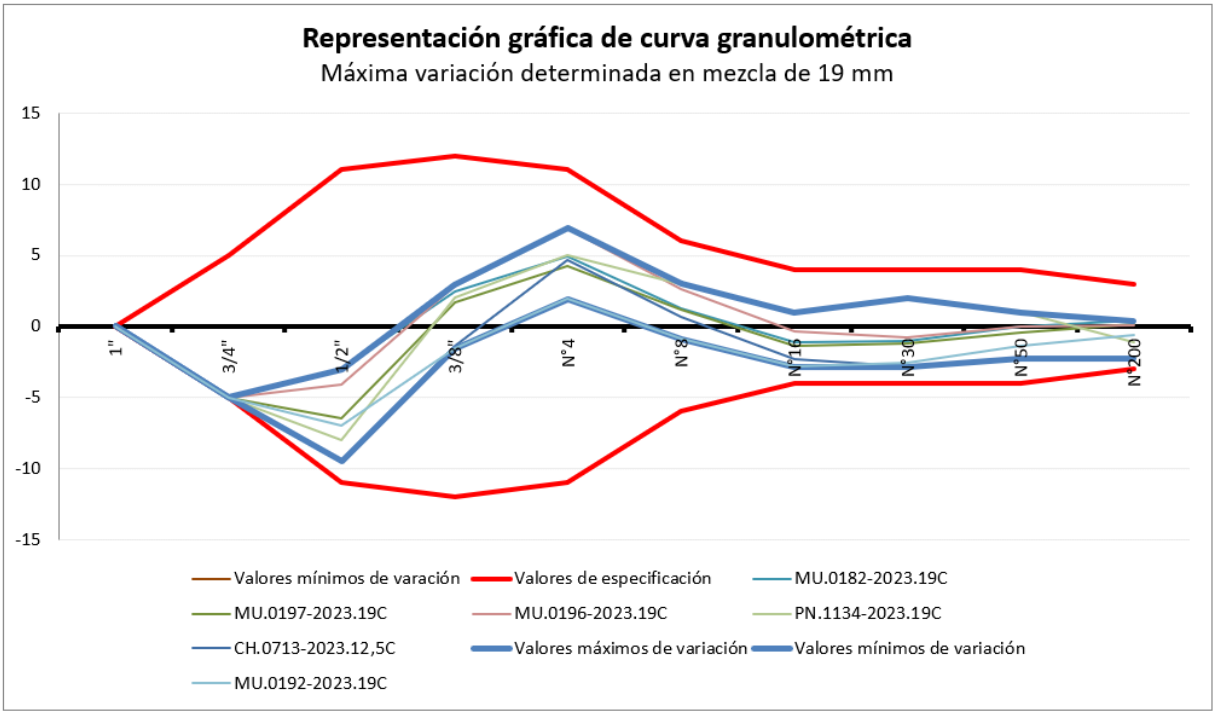
Parámetro	Malla (% pasando)								
	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°200
Promedio	100,00	85,3	67,0	41,4	27,7	19,2	14,1	10,5	5,6
Desviación estándar	0,00	2,42	1,97	1,60	1,40	1,37	1,73	1,14	1,00
% de variación	0,0%	5,7%	0,2%	0,5%	1,2%	5,3%	9,2%	1,9%	3,7%

Para determinar la tendencia general existente en los tamaños granulométricos y las variaciones presentes en las mallas que conforman la curva granulométrica de las muestras de mezcla de tamaño de 19 mm analizadas durante el periodo comprendido desde febrero a setiembre de 2023 se aplica el método gráfico, explicado anteriormente.

También se determina la variación estadística general, evidenciándose un cumplimiento total de la especificación, demostrando una baja variabilidad en las combinaciones granulométricas de las mezclas asfálticas analizadas (tabla 5) y ninguna sobrepasa los límites establecidos (figura 6).

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

Figura 6. Representación gráfica de las curvas granulométricas para las mezclas asfálticas analizadas de TMN de 19 mm para mezcla convencional y mezcla modificada con polímeros.
Fuente: Auditoría Técnica



De la gráfica de la Figura 6 se observa que para las mallas de $^{3}/_{4}$" y $^{1}/_{2}$" para la mezcla convencional se ubican en la fracción fina de la especificación. En cuanto a las mallas de $^{3}/_{8}$", Nº8, Nº16 y Nº30 y se ubican entre el límite grueso y fino de la especificación, mientras que la malla 4 se posiciona en la parte gruesa. Finalmente, los valores de la restante fracción fina (Nº50 y Nº200) muestran una tendencia evidente a ubicarse en la parte fina de la especificación.

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

10.1.3. SOBRE EL CONTENIDO DE ASFALTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA

HALLAZGO 2. PARA EL PARÁMETRO CONTENIDO DE ASFALTO PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS SE DETERMINAN RESULTADOS CON VARIABILIDAD PARA LA MEZCLA DE 12MM Y EN LA MEZCLA DE 19MM YA QUE MUESTRAN VALORES CERCANOS AL ÓPTIMO ± 0,5% ESTABLECIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA VIGENTE.

Para el periodo analizado se produjo mezcla asfáltica con dos tipos de tamaño máximo de agregados, a saber, con agregado de $^1/_2$ pulgada (TMN:12,5 mm) y con agregado de $^3/_4$ pulgada (TMN:19 mm). En la Tabla 6, se detallan los contenidos de asfalto estimados en los diseños de mezcla (denominado contenido óptimo de asfalto) presentados por cada una de las empresas contratistas, para cada uno de los tipos de mezcla asfáltica analizados en el presente informe.

Tabla 6. Parámetros generales de los diseños de mezcla asfáltica

Planta	**Contenido óptimo de asfalto PTM (rango óptimo)**	
	TMN 12 mm	**TMN 19 mm**
CONANSA Bagaces	5,90% (5,4% - 6,4%)	-
CONANSA Calle Blancos	5,50% (5,0% - 6,0%)	-
Pedregal (Nicoya)	5,11% (4,61% - 5,61%)	-
Pedregal (Nicoya)	5,86% (5,36% - 6,36%)	-
Constructora Herrera	-	5,35% (4,85% - 5,85%)
MECO Uruca	-	5,35% (4,85% - 5,85%)
MECO Uruca	-	5,70% (5,2% - 6,2%)
MECO Uruca	-	5,40% (4,9% - 5,9%)
MECO Uruca	-	5,70% (5,2% - 6,2%)

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

A. Mezcla asfáltica de tamaño de 12,5 mm

De acuerdo con la viñeta a. del apartado Diseño de mezcla establecido en la sección 5.1 " Requisitos para la mezcla asfáltica en caliente" de la licitación pública 2022CD-000145-0006000001 Mantenimiento rutinario, contingencias, mantenimiento básico de puentes y conservación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada, en donde se establece que el parámetro de contenido de asfalto debe mantenerse en ± 0,5% respecto al valor óptimo de asfalto indicado en el diseño de mezcla o en la fórmula de trabajo vigente.

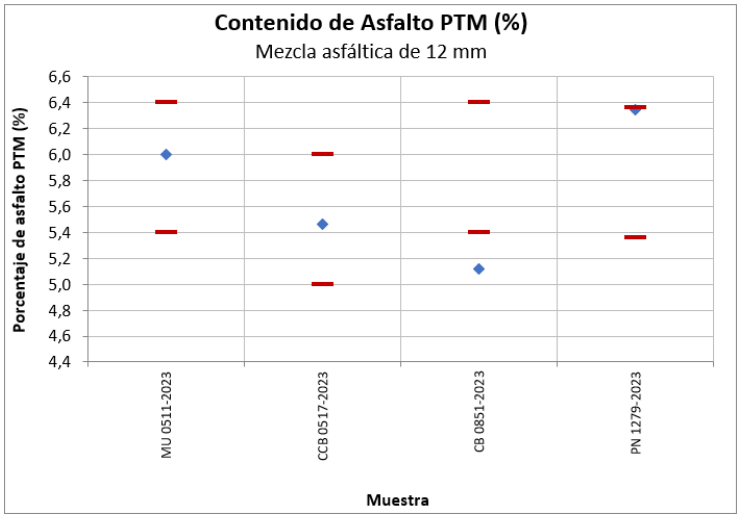
Para el periodo de estudio comprendido desde marzo a julio de 2023, se observa que en el parámetro de contenido de asfalto la mayoría (1 de 4) de los resultados se mantienen dentro del margen permitido de ± 0,5% respecto al valor del óptimo de asfalto indicado en cada uno de los diseños de mezcla. En la Figura 7 a. se presentan gráficamente los resultados de los ensayos de las muestras analizadas, en donde se observa que la muestra 851-2023 incumple el rango de diseño. En tanto se observan dos resultados cercanos a los límites permitidos.

En la Figura 7b se representan los resultados de los ensayos de las muestras analizadas de mezcla asfáltica convencional de tamaño de agregado de 19 mm, para las muestras del mes de febrero al mes de julio de 2023. Un par de estas mezclas pertenecen al proyecto de bacheo que estuvo activo durante este periodo, estos resultados se resaltan en color naranja. En la gráfica se indica el valor de contenido de asfalto obtenido para cada muestra ensayada; así como los límites del rango óptimo aplicables, de acuerdo con los valores del informe de diseño de mezcla vigente.

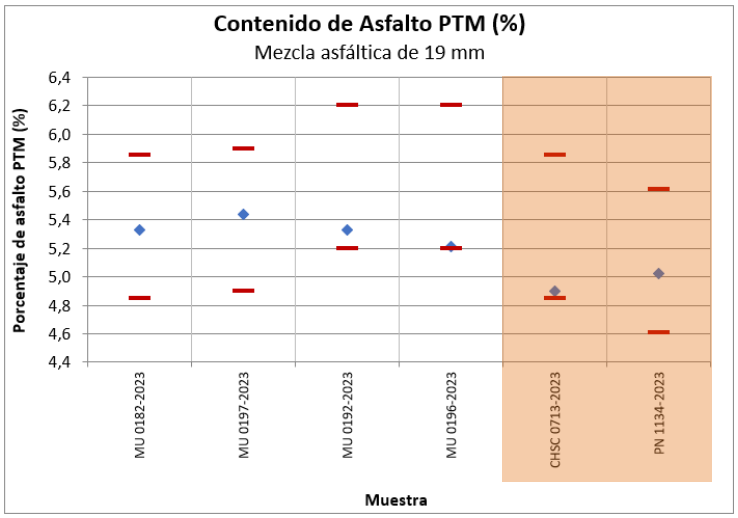
Se observa que la totalidad de los resultados de contenido de asfalto de las muestras de mezcla asfáltica con tamaño de agregado de 19 mm se mantienen dentro del margen permitido de ± 0,5% respecto al valor del óptimo de asfalto indicado en el diseño de mezcla. Además, se evidencia que uno (16%) de los resultados se mantiene sobre el límite inferior.

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

Figura 7. Resultados de contenido de asfalto para las plantas de producción de mezcla asfáltica analizadas de TMN de 12,5mm. Elaborado por: Auditoría Técnica



a.



b.

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

10.1.4. SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA

HALLAZGO 3. SE EVIDENCIA QUE ALGUNAS MUESTRAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA POR LAS PLANTAS PRODUCTORAS ANALIZADAS PRESENTAN ALGUNOS INCUMPLIMIENTOS EN VARIOS DE LOS PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS MARSHALL (DE ACEPTACIÓN O PAGO) TALES COMO: CONTENIDO DE VACÍOS, VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA), VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) Y EN LA RELACIÓN POLVO/ASFALTO ESTABLECIDOS EN EL CARTEL DE LICITACIÓN.

A. Mezcla asfáltica de tamaño de 12,5 mm y de 19 mm

Según los parámetros establecidos en la sección 5.1 " Requisitos para la mezcla asfáltica en caliente" de la licitación pública 2022CD-000145-0006000001 Mantenimiento rutinario, contingencias, mantenimiento básico de puentes y conservación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada, se indica que la mezcla asfáltica debe cumplir con una serie de requisitos de aceptación y de evaluación en apego con lo establecido por el método Marshall. Tales requisitos definen unos valores requeridos, con el fin de proveer a la mezcla asfáltica de características físicas y de resistencia adecuadas, en la Tabla 7 se presentan los rangos admisibles según la metodología Marshall.

Tabla 7. Especificación de parámetros según el método Marshall

Parámetro	Especificaciones	
	TMN 12,5 mm	TMN 19 mm
Estabilidad	Mínimo 800 kg	
Flujo	20 a 35 $^{1}/_{100}$ cm	
Vacíos en la mezcla[1]	3% a 5%	
Vacíos en agregado mineral (VMA) (*)	Mínimo 14%	Mínimo 13%
Vacíos llenos de asfalto (VFA) (*)	65% a 75%	
Relación polvo/asfalto[1]	0,6 a 1,6 %	

[1] Requisito de evaluación (valoración de pago), según cartel de licitación.
(*) Parámetros volumétricos de aceptación de la mezcla asfáltica

Con el propósito de corroborar el cumplimiento de estas especificaciones, el LanammeUCR procedió a realizar muestreos en las plantas de producción de mezcla asfáltica que despachan mezcla para diversos proyectos de conservación vial de acuerdo con las líneas y zonas definidas en las licitaciones públicas: 2022CD-000128-0006000001“Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada”; 2022CD-000149-0006000001“Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada”; 2022CD-000094-0006000001” Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 6-2 Los Chiles; Región Huetar Norte” y 2022CD-000131-000600000” Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 2-4 Nicoya; Región Chorotega” detalladas en la Tabla 3.

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

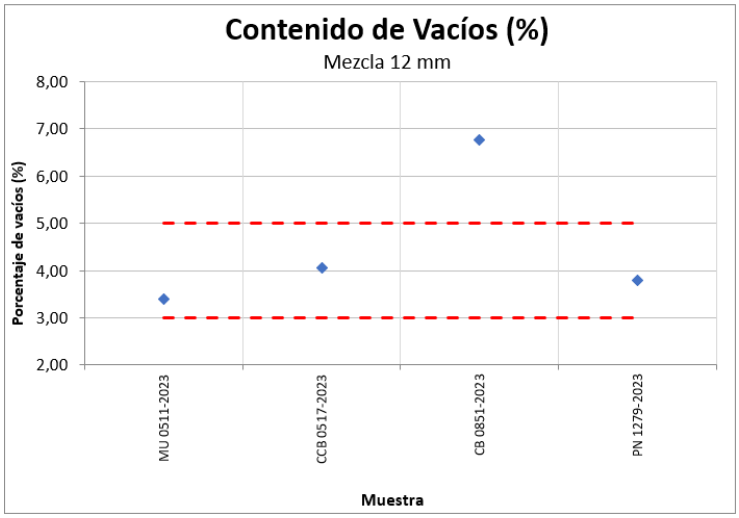
Del análisis general se observa que para los diferentes parámetros de calidad establecidos para la mezcla asfáltica se denotan incumplimientos en los parámetros que definen la volumetría de la mezcla asfáltica, siendo estos: contenido de vacíos de la mezcla, vacíos en el agregado mineral (VMA) y vacíos llenos de asfalto (VFA) los cuales se analizarán individualmente en las secciones subsiguientes.

Contenido de vacíos de la mezcla

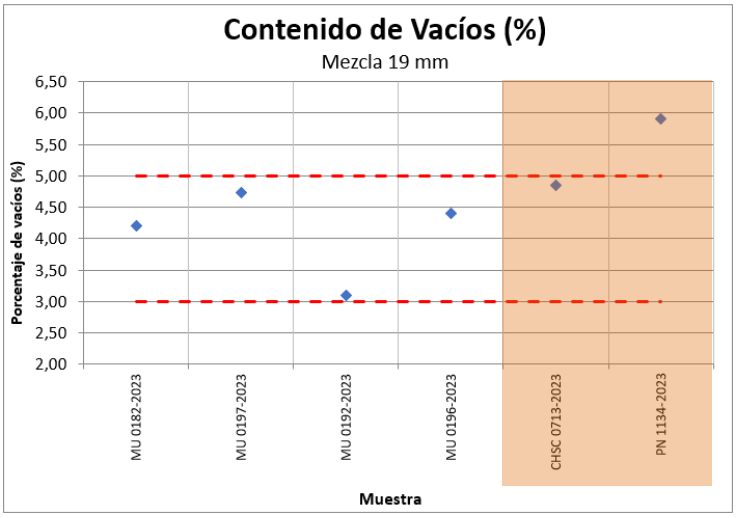
En la Figura 8 a. se presentan los resultados de contenido de vacíos en la mezcla de TMN de 12mm, obtenidos por el LanammeUCR, para cada una de las mezclas asfáltica incluidas en el estudio. Se evidencia solamente un resultado por encima del límite superior para la muestra tomada el 25 de mayo de 2023 (851-2023) en planta CB con un valor de ensayo 6,8%. Todos los demás resultados se mantienen dentro de las especificaciones establecidas.

De los resultados de la mezcla asfáltica con tamaño de 19mm presentados en la Figura 8 b. se observa que todos los valores de las mezclas usadas para carpetas se mantienen dentro de los límites de especificación. En tanto que las mezclas usadas para bacheo (color naranja), se observa que la muestra del 7 de setiembre de 2023 (1134-23) supera el limite superior con un valor de 5,9%.

Figura 8. Contenido de vacíos y porcentaje fuera de especificación para las mezclas asfálticas de TMN de 12,5mm de todas las plantas estudiadas. Elaborado por: Auditoría Técnica



a.



b.

Valores de vacíos altos podrían producir un envejecimiento prematuro de la mezcla, ya que son más permeables y por tanto más propensos a sufrir los efectos dañinos de la humedad.

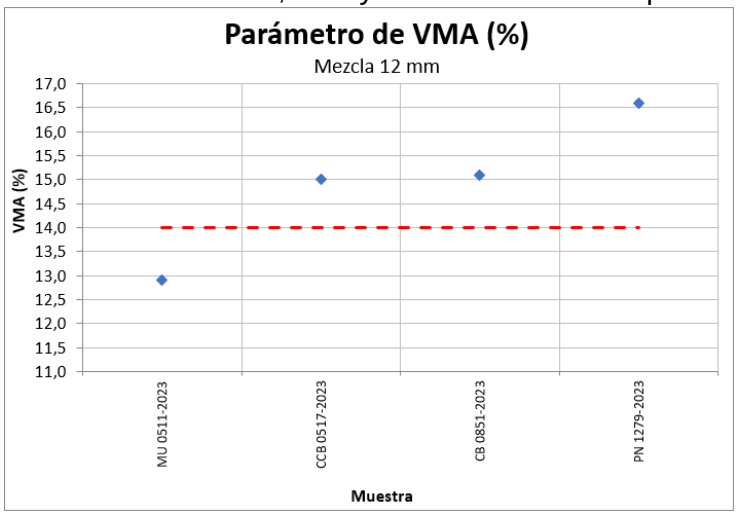
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Parámetro de vacíos en el agregado mineral (VMA)

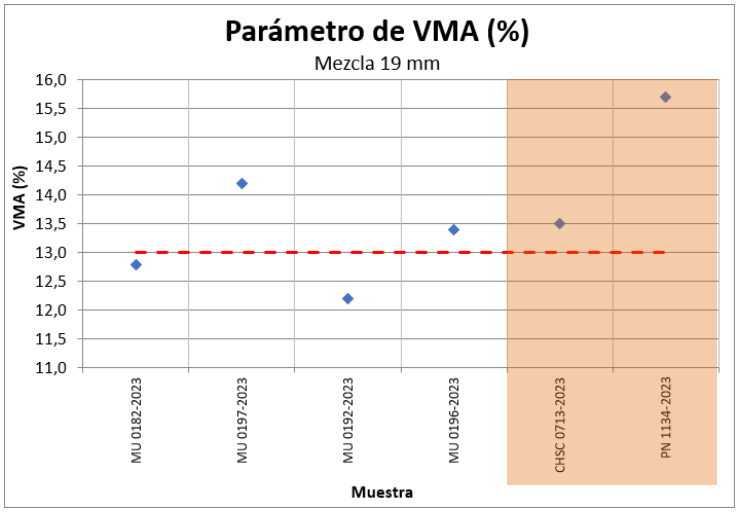
En la Figura 9a se presenta de forma gráfica los resultados de vacíos en el agregado mineral (VMA) obtenidos para las mezclas de TMN 12 analizadas en el periodo de estudio; se determina solo un valor inferior al límite permitido, para la muestra tomada el 29 de marzo de 2023 del centro de producción de MU. Los restantes valores cumplen la especificación requerida por la metodología Marshall.

En tanto los resultados de vacíos en el agregado mineral (VMA) obtenidos para las mezclas asfálticas de TMN de 19mm, producidas en el periodo de estudio, se presentan de forma gráfica en la Figura 9b. Se observa que 2 valores del centro de producción de MU están por debajo del valor mínimo de 13% requerido por la metodología Marshall, siendo solamente las producciones de los días 8 y 9 de febrero de 2023. Para el resto de las muestras, incluyendo las 2 de mezcla para bacheo, se cumple con el requisito establecido.

Figura 9. Parámetro VMA y porcentaje fuera de especificación para las mezclas asfálticas de TMN de 12,5mm y 19 mm de todas las plantas estudiadas.



a.



b.

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

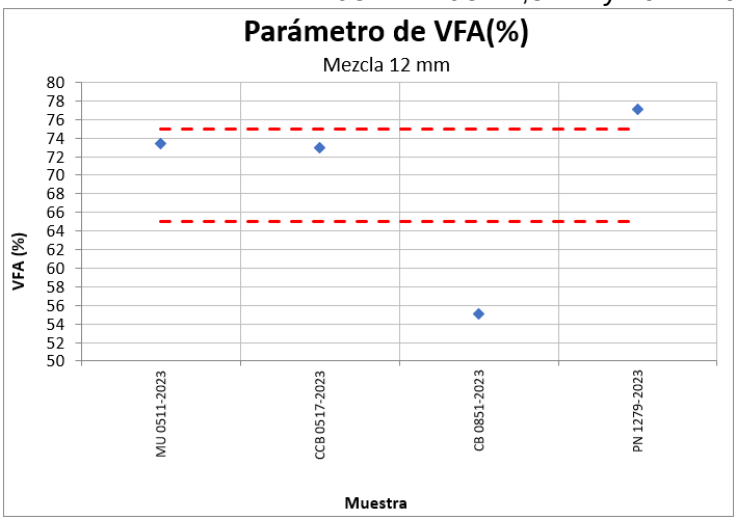
Parámetro de vacíos llenos de asfalto (VFA)

Con relación al parámetro de vacíos llenos con asfalto (los resultados se observan en la **Figura 10**) la especificación establece varios rangos de aplicación relacionados con la cantidad de tránsito esperado. La mayoría de las carreteras del país mantienen condiciones de tránsito alto para esta condición los valores deben estar entre 65% a 75%.

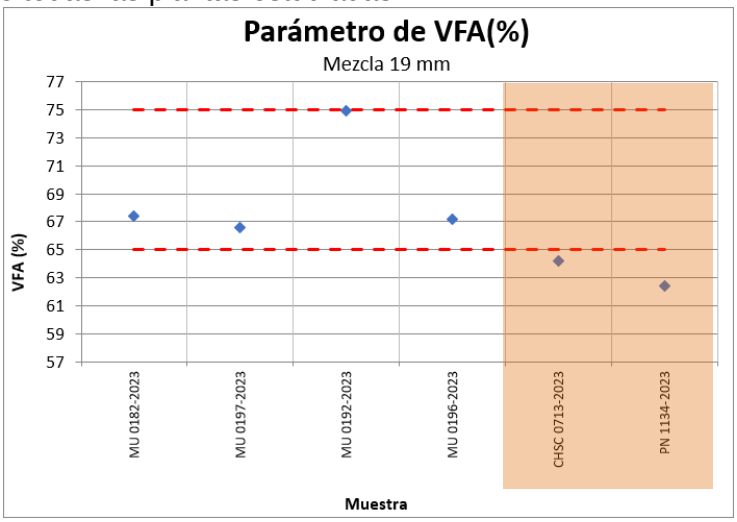
Para la mezcla asfáltica de TMN 12,5 mm se observan un par de valores fuera de la especificación, un valor de VFA de 55% para la muestra del 25 de mayo de 2023 de la planta CB), en tanto que la muestra de mezcla asfáltica del 18 de julio de 2023 (de la planta PN) tiene un valor alto de 77%. Los otros dos valores se mantienen dentro del rango de la especificación. Valores altos de VFA pueden volver la mezcla asfáltica inestable y favorecer deformaciones en la carpeta asfáltica (ahuellamiento).

En el caso de la mezcla convencional de TMN de 19 mm, se denota que los valores de las mezclas utilizadas para carpeta cumplen las especificaciones establecidas (ver **Figura 10**b). En tanto que las mezclas utilizadas para bacheo (color naranja) muestran los valores por debajo del limite inferior, para las muestras del 2 de mayo de 2023 de la planta CH y la del 7 de julio de 2023 de la planta PN.

Figura 10. Parámetro VFA y porcentaje fuera de especificación para las mezclas asfálticas de TMN de 12,5mm y 19 mm de todas las plantas estudiadas.



a.



b.

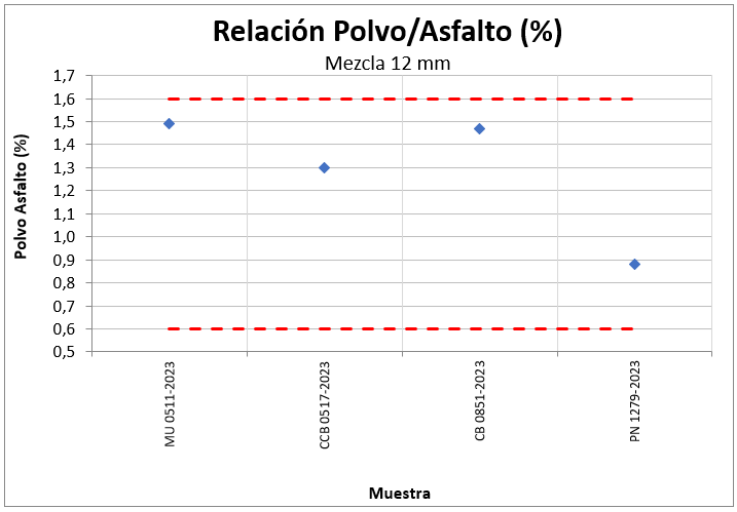
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Relación Polvo Asfalto

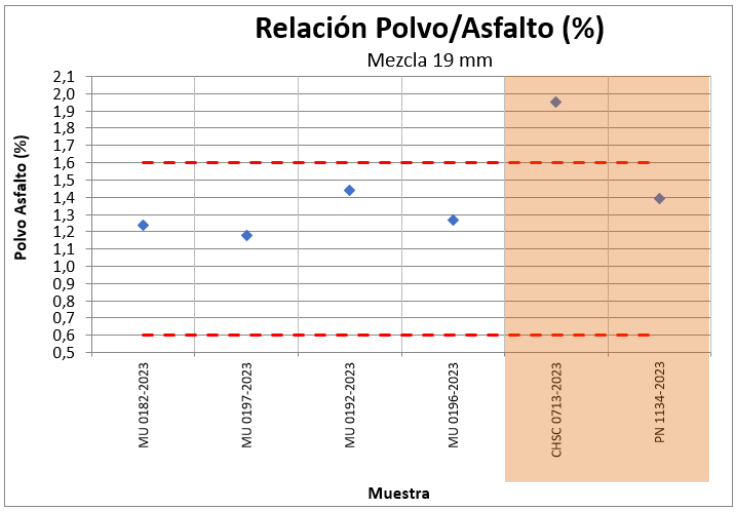
En la Figura 11 a se presentan de forma gráfica los resultados de ensayo obtenidos para la mezcla convencional, el nivel de cumplimiento con relación al parámetro relación polvo-asfalto, cuyo valor permitido por las especificaciones cartelarias se establece entre 0,6% y 1,6%. Para los resultados de las mezclas de TMN de 12mm, se observa que todas las muestras cumplen con lo requerido.

Respecto a los resultados de la mezcla asfáltica de TMN de 19, presentados de forma gráfica en la Figura 11 b, se determina que las mezclas para carpetas cumplen con el rango establecido en la licitación. En tanto, que la muestra del 2 de mayo de 2023 del centro de producción CH de mezcla asfáltica utilizada para labores de bacheo tiene un valor de 1,95.

Figura 11. Relación polvo/asfalto y porcentaje fuera de especificación para las mezclas asfálticas de TMN de 12,5mm de todas las plantas estudiadas.



a.



b.

Al analizar por separado la influencia de cada uno de los parámetros que conforman la relación polvo asfalto (presentados en la **Figura 12**), los cuales corresponden al porcentaje pasando la malla 200 en la granulometría de la mezcla asfáltica y el segundo se refiere al contenido de asfalto efectivo, se logra establecer que el porcentaje pasando en la malla 200, para ambos tipos de mezcla (12 mm y 19 mm), que el 30% de los valores son mayores a 6% hasta 7,3%, o que los sitúa en la porción alta de la especificación de filler.

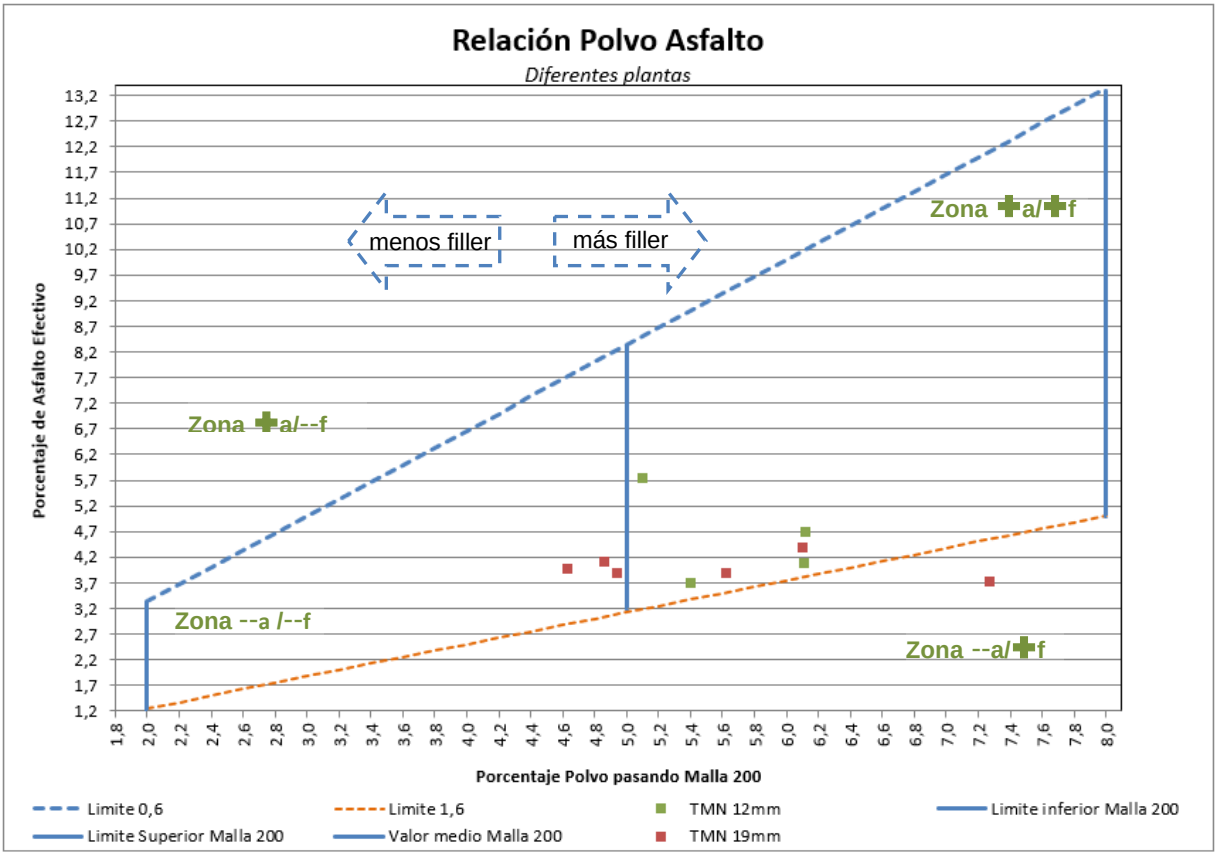
Con respecto a los resultados de contenido de asfalto efectivo, presentados en la Figura 12, se observa, para ambos tipos de mezcla, una tendencia (50%) hacia la zona de menor contenido de asfalto con valores de asfalto efectivo entre 4,6% a 5,4%. Por otra parte, se

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

denota que el 90% de los resultados se mantiene dentro de los límites de especificación, utilizando una cantidad de polvo entre 4,6% y 6,1%.

Algunas de estas mezclas al tener una alta cantidad de material llenante (filler granular) y poco asfalto, producen una argamasa (mastic) que tiende a proporcionar una rigidez excesiva a la mezcla asfáltica.

Figura 12. Representación de los parámetros de malla 200 (polvo) y contenido de asfalto efectivo comparados con los límites de especificación para todas las plantas estudiadas.



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

10.1.5. SOBRE LA CONSISTENCIA DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA VIGENTE DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

HALLAZGO 4. LOS DISEÑOS DE MEZCLA UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA, PARA EL PERIODO DE ESTUDIO, MUESTRAN ALGÚN INCUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS % VACÍOS Y VFA DE DISEÑO EN EL RANGO DE TRABAJO DEL CONTENIDO DE ASFALTO (% ÓPTIMO ± 0,5%) PROPUESTO PARA LA PRODUCCIÓN.

La metodología de diseño de mezcla asfáltica tiene como finalidad fundamental encontrar la combinación adecuada de agregados minerales y cemento asfáltico, que permita brindarle a la mezcla asfáltica resultante una serie de características físicas y de resistencia que se establecen tanto en los requisitos contractuales de calidad, como en el diseño de la mezcla asfáltica.

Acorde con la viñeta a. del apartado Diseño de mezcla establecido en la sección 5.1 " Requisitos para la mezcla asfáltica en caliente" de la licitación pública 2022CD-000145-0006000001 Mantenimiento rutinario, contingencias, mantenimiento básico de puentes y conservación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada define los requisitos que cuantifican la calidad de la mezcla asfáltica, a través de la definición de valores límites de algunos parámetros específicos para la mezcla asfáltica, tanto de la metodología Marshall y de características volumétricas, a saber: contenido de vacíos de la mezcla, estabilidad, flujo, vacíos en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos de asfalto[1] (VFA), correspondientes de la metodología Marshall y el parámetro volumétrico de la relación polvo/asfalto. En la **Tabla 8** se detallan los valores requeridos en las especificaciones contractuales para cada uno de los parámetros señalados.

Tabla 8. Especificación de parámetros según el método Marshall

Parámetro	Especificaciones
Estabilidad	Mínimo 800 kg
Flujo	20 a 35 $^{1}/_{100}$ cm
Vacíos en la mezcla	3% a 5%
Relación polvo/asfalto	0,6 a 1,6 %
Vacíos en agregado mineral (VAM)	Mínimo 14%
Vacíos llenos de asfalto (VFA) *Superior o igual a 3 millones de ejes equivalentes*	65% a 75%

[1] Se analiza el rango de especificación definido para un nivel de tránsito mayor a 3 millones de ejes equivalente de 65% a 75%.

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

En los siguientes análisis se muestra una representación gráfica de los diseños en donde se evalúa el diseño en función de múltiples variables. Los diseños analizados se enlistan a continuación:

Laboratorio	Identificación Diseño	Planta	Convencional		RAP
			12mm	19mm	
ITP	**ITP.271.2022**	Meco, Uruca y Guápiles	✓	-	-
ITP	**ITP.701.2023**	Meco, Guápiles	✓	-	-
ITP	**ITP.982.2023**	Meco, Uruca y Guápiles	✓	-	-
ITP	**ITP.737.2023**	Meco, Uruca	✓	-	✓
ITP	**ITP.1096.2023**	Meco, Uruca	✓	-	✓
ITP	**ITP.1142.2023**	Meco, Uruca	✓	-	✓
ITP	**ITP.047.2023**	Meco, Uruca y Guápiles	-	✓	-
ITP	**ITP.054.2023**	Meco, Uruca y Guápiles	-	✓	-
ITP	**ITP.505.2023**	Meco, Uruca y Guápiles	-	✓	-
LIMPSA	**LIMPSA 302-2023**	Quebradores del Sur	✓	-	-
LIMPSA	**LIMPSA 304-2023**	Quebradores del Sur	✓	-	-
LIMPSA	**LIMPSA 303-2023**	Quebradores del Sur	-	✓	-
LIMPSA	**LIMPSA 305-2023**	Quebradores del Sur	-	✓	-
LIMPSA	**LIMPSA 1766-2023**	Quebradores del Sur	-	✓	-
LGC	**LGC.01.269.2023**	Conansa, Calle Blancos	✓	-	-
LGC	**LGC.01.317.2023**	Conansa, Calle Blancos	✓	-	-
LGC	**LGC.01.1047.2023**	Conansa, Calle Blancos	✓	-	-
LGC	**LGC 01.1852.2023**	Conansa, Bagaces	✓	-	-
LGC	**LGC.01.212.2023**	Conansa, Quepos	✓	-	-
LGC	**LGC.01.0250.2023**	Conansa, Quepos	✓	-	-
OJM	**OJM 09-006-2023**	Quebradores Pedregal, Belén	✓	-	-
OJM	**OJM 09-011-2023**	Bloques Pedregal, Belén	✓	-	-
OJM	**OJM 09-020-2023**	Bloques Pedregal, Nicoya	✓	-	-
OJM	**OJM 29-14-2023**	Constructora Herrera, San Carlos	✓	-	-
OJM	**OJM10.11.2023**	Constructora Herrera, San Carlos	✓	-	-
OJM	**OJM 10-17-2023**	Constructora Herrera, San Carlos	✓	-	-
OJM	**OJM E01-79-211-2023**	Constructora Orosí, Cartago	✓	-	-
Cacisa	**CACISA 2023-2832**	Consorcio HGEYL	✓	-	-

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

El análisis se representa en figuras en donde se incluye información de los parámetros analizados, el rango de contenido de asfalto óptimo, así como las restricciones existentes en el diseño de mezcla. Las líneas azules verticales, se representan el ámbito total del contenido de asfalto óptimo donde se indica que el diseño es válido. Las líneas horizontales representan los parámetros volumétricos (VMA, VFA, contenido de vacíos y relación polvo asfalto) en donde cumplen cada uno los requerimientos solicitados. En algunos diseños estos parámetros restringen el ámbito total de asfalto para lograr satisfacer el cumplimiento de las especificaciones de la Tabla 8, dando como resultado una zona delimitada con líneas rojas verticales y sombreada en color verde, mostrando el rango de asfalto restringido en donde se van a cumplir TODOS los parámetros volumétricos de la mezcla (o sea donde no se presentarían incumplimiento en algún parámetro) según se evidencia en cada figura de análisis de los diseños.

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

Diseños realizados por el Laboratorio ITP, para la empresa MECO

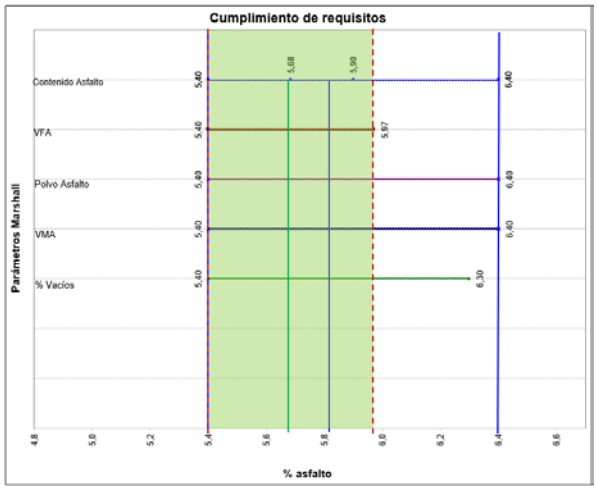
Se realiza el análisis para cada uno de los diseños de mezcla vigentes para cada una de las plantas de producción de mezcla asfáltica para un tamaño de agregado de 12,5 mm, que se encontraban vigentes durante el periodo de estudio.

Además, se realiza un análisis gráfico de los resultados obtenidos aplicando la metodología Marshall, analizando el cumplimiento para cada uno de los parámetros, así como el incumplimiento con relación a alguno de los límites del rango especificado.

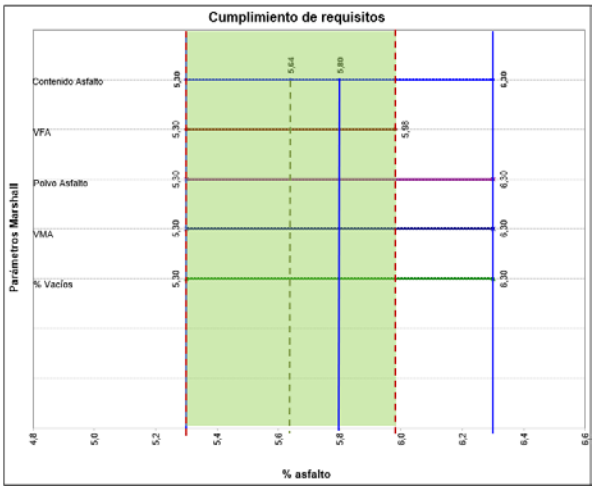
A. MEZCLA ASFÁLTICA DE TAMAÑO DE 12 MM

Los diseños analizados son tres diseños convencionales y tres diseños con material de reciclaje, más conocido como RAP. En la Figura 13 se presenta el análisis gráfico de estos diseños de mezcla asfáltica.

Figura 13. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm.

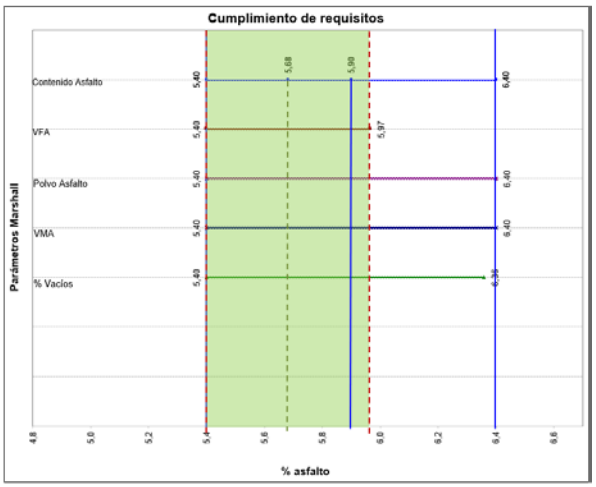


Meco, Uruca y Guápiles
(ITP.271.2022 emitido 07.02.2023)

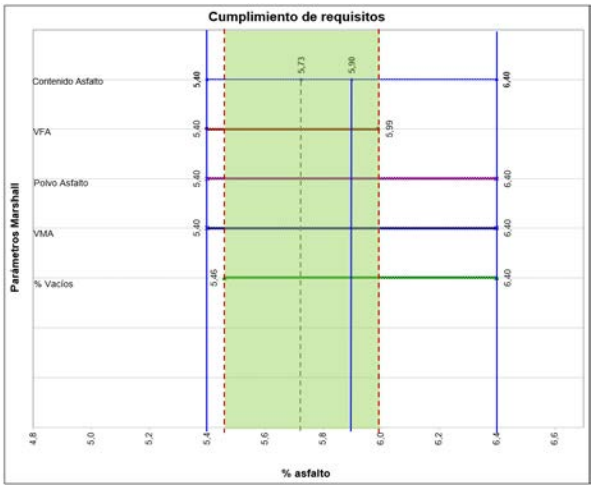


Meco, Guápiles
(ITP.701.2023)

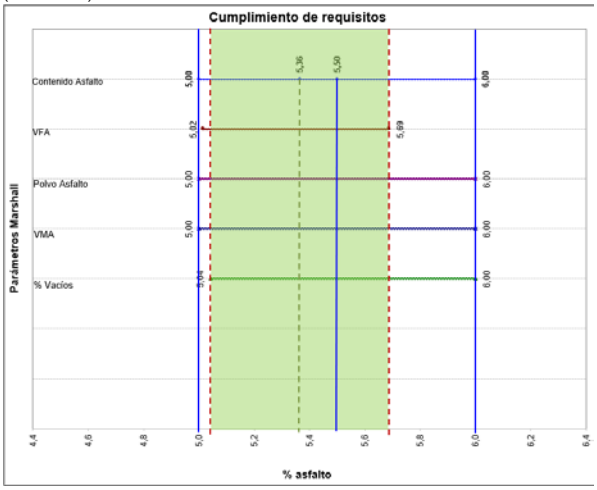
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



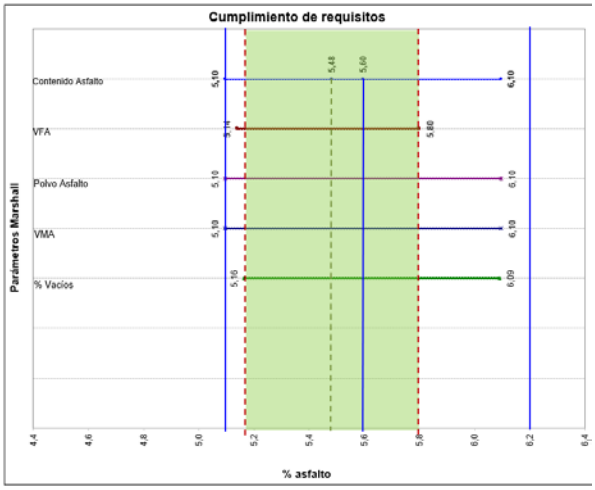
Meco, Uruca y Guápiles
(ITP.982.2023)



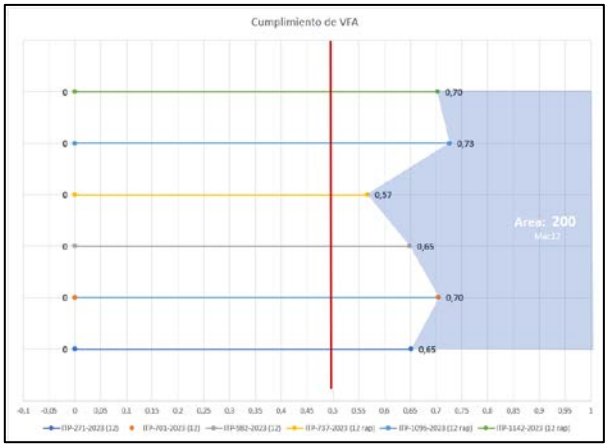
Meco, Uruca (Diseño con RAP)
(ITP.737.2023)



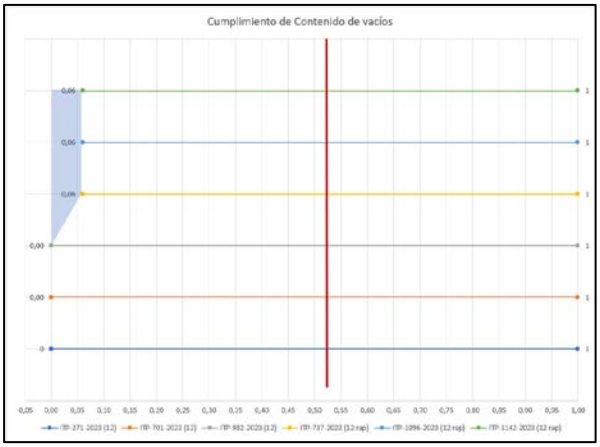
Meco, Uruca (Diseño con RAP)
(ITP.1096.2023)



Meco, Uruca (Diseño con RAP)
(ITP.1142.2023)



a. Cumplimiento VFA



b. Cumplimiento de vacios

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

De cada una de las gráficas presentadas en la Figura 13 se denota que el parámetro que más restringe el ámbito de producción de asfalto (contenido óptimo ± 0,5%) son los vacíos llenos de asfalto (VFA) y es predominante en todos los diseños analizados, reduciendo en promedio $^1/_3$ el rango de producción. Otro parámetro restrictivo del ámbito de trabajo de asfalto es el contenido de vacíos.

Un resumen de los resultados de dicho análisis, para cada uno de los diseños indicados se detalla en la Tabla 9, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

Tabla 9. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm de los informes de cada una de las plantas de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A	Rango	% disminuido	% disponible		
Meco, Uruca y Guápiles ITP.271.2022	5,40% a 6,40% (5,9%±0.5%)	✓	✓	✧(s)	✓	✸ (s)	✓	5,40% a 5,97%	43%	57%	**5,90±0,07%**	5,68±0,28%
Meco, Guápiles ITP.701.2023	5,3% a 6,3% (5,8±0.5%)	✓	✓	✧(s)	✓	✸ (s)	✓	5,40% a 5,97%	43%	57%	**5,80±0,18%**	5,64±0,34%
Meco, Uruca y Guápiles ITP.982.2023	5,40% a 6,40% (5,90±0.5%)	✓	✓	✧(s)	✓	✸ (s)	✓	5,40% a 5,97%	43%	57%	**5,90±0,07%**	5,68±0,28%
Meco, Uruca (RAP) ITP.737.2023	5,40% a 6,40% (5,9%±0.5%)	✓	✓	✸ (i)	✓	✸ (s)	✓	5,46% a 5,99%	47%	53%	**5,90±0,09%**	5,73±0,27%
Meco, Uruca (RAP) ITP.1096.2023	5,0% a 6,0% (5,50±0.5%)	✓	✓	✸ (i)	✓	✸ (s)	✓	5,04% a 5,69%	35%	65%	**5,50±0,19%**	5,36±0,33%
Meco, Uruca (RAP) ITP.1142.2023	5,1% a 6,1% (5,60±0.5%)	✓	✓	✸ (i)	✓	✸ (s)	✓	5,16% a 5,80%	36%	64%	**5,70±0,10%**	5,66±0,14%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**100%**	**0%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓Cumple en el rango de diseño.
✧(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.
✸ Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.
Los números en color rojo evidencian que aún en el contenido óptimo de asfalto existe un alto riesgo de incumplimiento.

Del resumen de los resultados se determina que los parámetros que presentan algún grado de incumplimiento en el rango de diseño (óptimo ± 0,5%) son en el 100% de los diseños el parámetro de VFA y el contenido de vacíos tal como se indicó anteriormente. Esto provoca que el rango de asfalto efectivo se vea reducido desde un 35% hasta un 73%, disponiendo de un margen efectivo de contenido de asfalto promedio de un 53%, siendo mayor al indicado como óptimo (0,5 = 50%) en cada uno de los diseños de mezcla.

Además, en dos de los diseños, el límite superior de incumplimiento se ubica a tan solo un 7% del valor de asfalto determinado como óptimo, por lo que cualquier variabilidad ordinaria del proceso productivo podría producir resultados insatisfactorios. Y variaciones mayores a las indicadas en el contenido de asfalto, podrían inducir al parámetro VFA a presentar valores

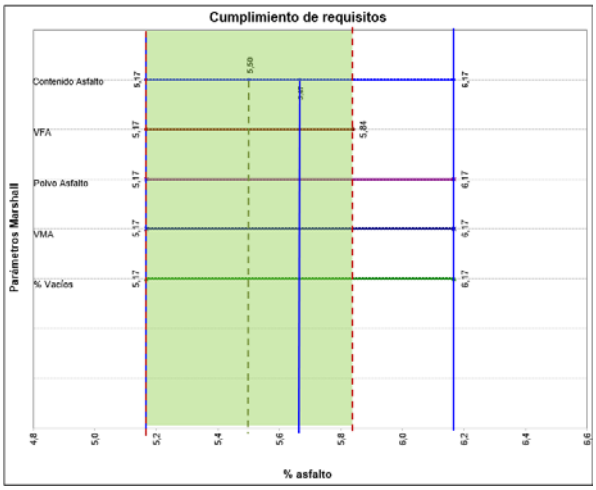
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

cercanos al 80% en donde se considera un valor alarmante para la mezcla asfáltica, ya que se vuelve inestable.

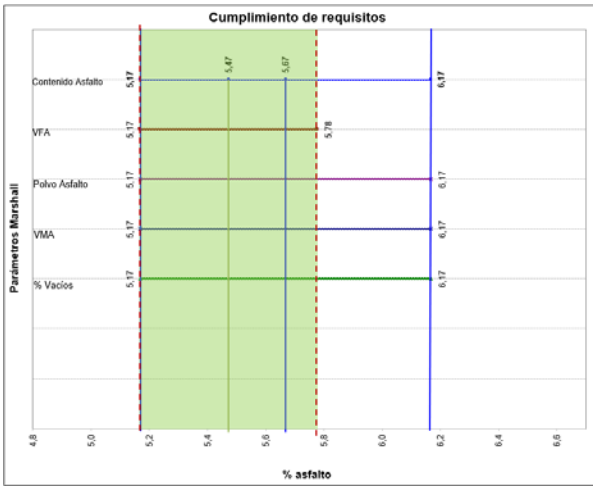
B. MEZCLA ASFÁLTICA DE TAMAÑO DE 19 MM

Se analizan tres diseños convencionales, el análisis se presenta de forma gráfica en la Figura 14.

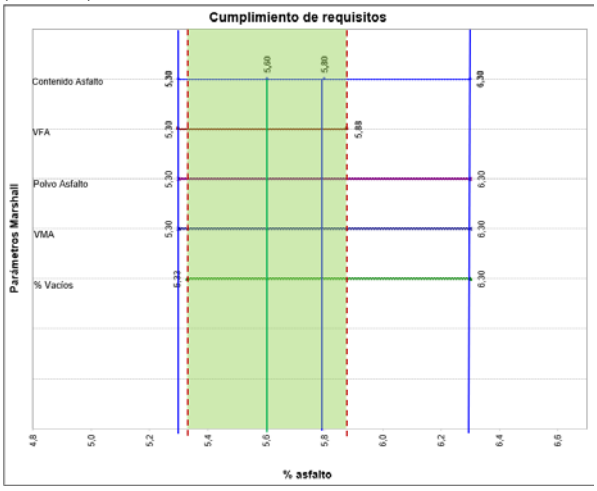
Figura 14. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 19 mm.



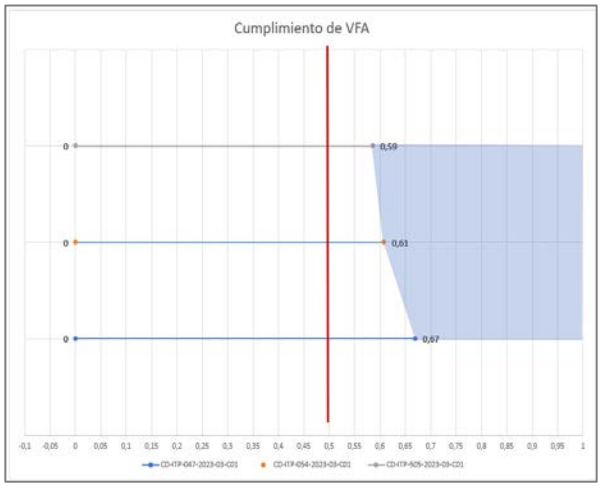
Meco, Uruca y Guápiles
(ITP.047.2023)



Meco, Uruca y Guápiles
(ITP.054.2023)



Meco, Uruca y Guápiles
(ITP.505.2023)



a. Cumplimiento VFA

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

De las gráficas presentadas se observa que el único parámetro que reduce el rango de asfalto de trabajo (contenido óptimo ± 0,5%) son los vacíos llenos de asfalto (VFA) y está presente en los 3 diseños analizados, reduciendo en promedio $^1/_3$ el rango de trabajo.
Un resumen de los resultados de dicho análisis, para cada uno de los diseños indicados se detalla en la **Tabla 10**, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

Tabla 10. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 19 mm de los informes de cada una de las plantas de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A	Rango	% disminuido	% disponible		
Meco, Uruca y Guápiles ITP.047.2022	5,17% a 6,17% (5,67%±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	5,17% a 5,84%	33%	67%	**5,67±0,17%**	5,5±0,33%
Meco, Guápiles ITP.054.2023	5,17% a 6,17% (5,67%±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	5,17% a 5,78%	39%	61%	**5,80±0,18%**	5,47±0,3%
Meco, Uruca y Guápiles ITP.505.2023	5,30% a 6,30% (5,80±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	5,33% a 5,88%	45%	55%	**5,80±0,08%**	5,6±0,27%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓*Cumple en el rango de diseño.*
✧*(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.*
✸ *Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.*
Los números en color rojo evidencian que aún en el contenido óptimo de asfalto existe un alto riesgo de incumplimiento.

De la **Tabla 10** se determina que el único parámetro que presenta algún grado de incumplimiento en el rango de diseño (óptimo ± 0,5%) es el VFA disminuyendo el rango de asfalto efectivo desde un 33% hasta un 45% disponiendo de un margen efectivo de contenido de asfalto menor al indicado como óptimo en cada uno de los diseños de mezcla.

Además, en uno de los diseños, el límite superior de incumplimiento se ubica a tan solo un 8% del valor de asfalto determinado como óptimo, por lo que cualquier variabilidad ordinaria del proceso productivo podría producir resultados insatisfactorios.

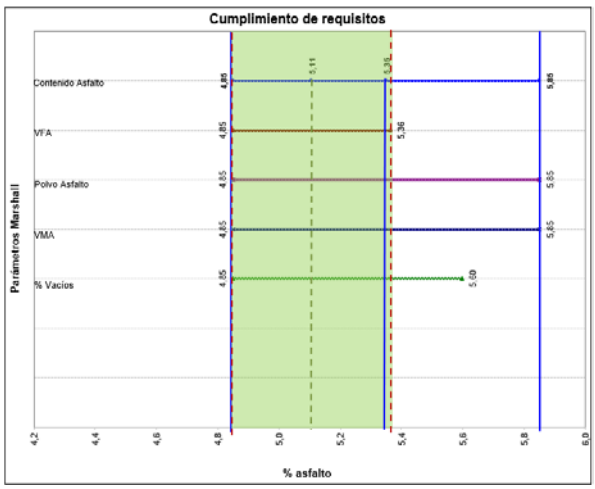
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Diseños realizados por el Laboratorio Limpsa, para planta Quebradores del Sur

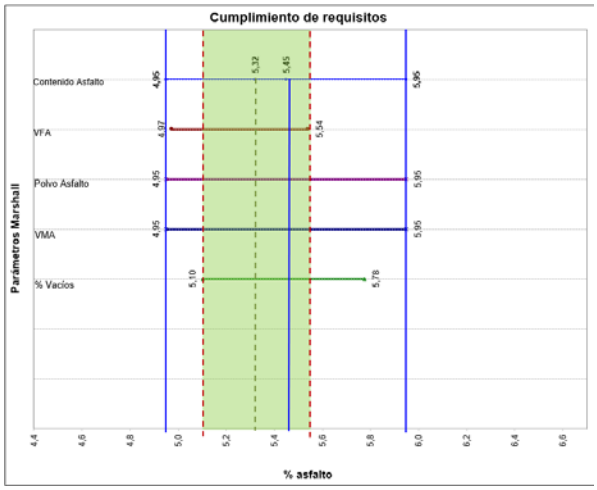
C. MEZCLA ASFÁLTICA DE TAMAÑO DE 12 MM

Los diseños analizados corresponden a la planta de producción Quebradores del Sur ubicado en Pérez Zeledón. Los diseños utilizan asfalto convencional y agregados de tamaño nominal de 12,5 mm. En la Figura 15 se presenta el análisis gráfico de estos diseños de mezcla asfáltica.

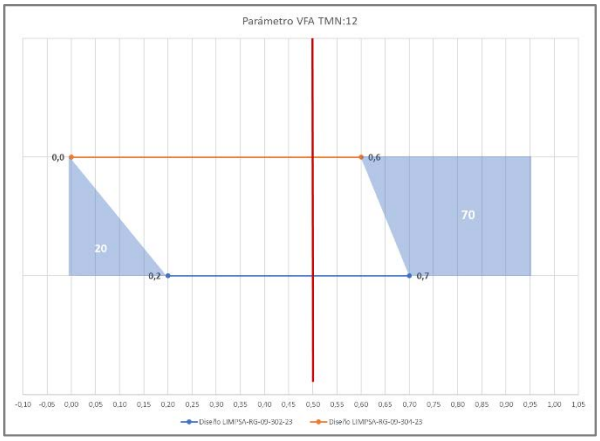
Figura 15. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm.



Quebradores del Sur
(LIMPSA 302-2023)



Quebradores del Sur
(LIMPSA 304-2023)



a. Cumplimiento VFA

En cada una de las gráficas presentadas se observa que los parámetros vacíos llenos de asfalto (VFA) y contenido de vacíos son los que restringen el rango de trabajo hasta en un 50% a 56% en ambos límites (superior e inferior).

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

Un resumen de los resultados de dicho análisis, para cada uno de los diseños indicados se detalla en la **Tabla 11**, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

Tabla 11. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm de los informes de cada una de las plantas de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A	Rango	% disminuido	% disponible		
Quebradores del Sur (LIMPSA 302-2023)	4,85% a 5,85% (5,35±0.5%)	✓	✓	✩(s)	✓	✸ (s)	✓	4,85% a 5,36%	**49%**	**51%**	5,35±0,01%	5,11±0,25%
Quebradores del Sur (LIMPSA 304-2023)	4,95% a 5,95% (5,45±0.5%)	✓	✓	✸ (i,s)	✓	✸ (s)	✓	5,10% a 5,54%	**56%**	**44%**	5,45±0,09%	5,32±0,22%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**100%**	**50%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓Cumple en el rango de diseño.
✩(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.
✸ Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.

Del resumen de los resultados se determina que los parámetros de contenido de vacíos y parámetro de VFA muestra algún incumplimiento en el 100% de los diseños estudiados.

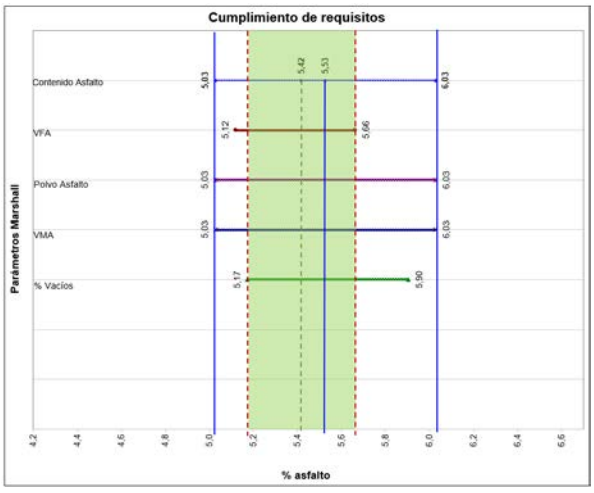
Lo anterior produce que el rango de asfalto de trabajo se reduzca entre un 49% a un 56% para lograr cumplir con todos los parámetros requeridos por la metodología de diseño Marshall.

D. MEZCLA ASFÁLTICA DE TAMAÑO DE 19 MM

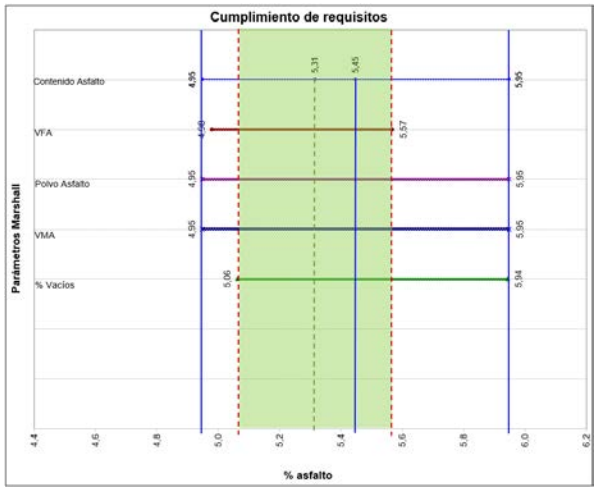
Los diseños analizados son tres diseños convencionales y tres diseños con material de reciclaje, más conocido como RAP. En la Figura 16 se presenta el análisis grafico de estos diseños de mezcla asfáltica.

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

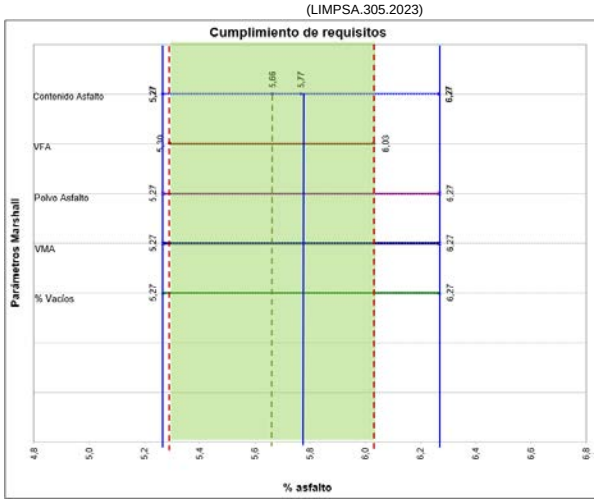
Figura 16. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 19 mm.



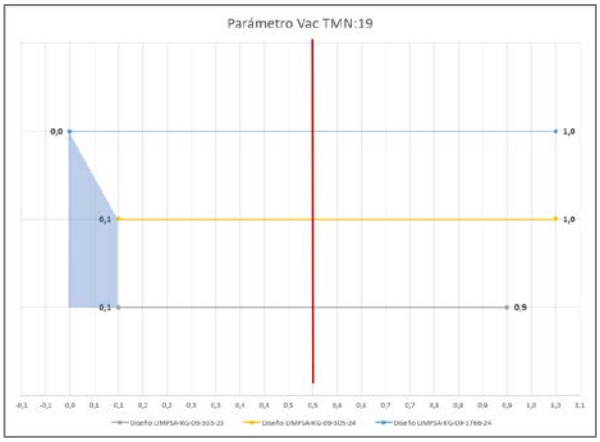
Quebradores del Sur
(LIMPSA.303.2023)



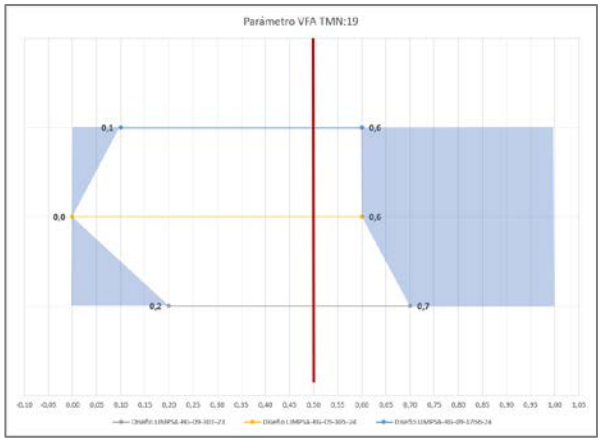
Quebradores del Sur
(LIMPSA.305.2023)



Quebradores del Sur
(LIMPSA.1766.2023))



a. Cumplimiento vacíos



b. Cumplimiento VFA

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

De cada una de las gráficas presentadas en la Figura 16 se denota que el parámetro que restringe el ámbito de asfalto (contenido óptimo ± 0,5%) son los vacíos llenos de asfalto (VFA) y es predominante en todos los diseños analizados, reduciendo en promedio $^1/_3$ el rango de trabajo. Otro parámetro restrictivo del ámbito de trabajo de asfalto es el contenido de vacíos.

Un resumen de los resultados de dicho análisis, para cada uno de los diseños indicados se detalla en la Tabla 12, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

Tabla 12. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 19 mm de los informes de cada una de las plantas de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A	Rango	% disminuido	% disponible		
Quebradores del Sur (LIMPSA.303.2023)	5,03% a 6,03% (5,53%±0.5%)	✓	✓	✷ (i)	✓	✷ (s)	✓	5,17% a 5,66%	51%	49%	**5,53±0,13%**	5,42±0,24%
Quebradores del Sur (LIMPSA.305.2023)	4,95% a 5,95% (5,45%±0.5%)	✓	✓	✷ (i)	✓	✷ (s)	✓	5,06% a 5,57%	49%	51%	**5,45±0,12%**	5,31±0,26%
Quebradores del Sur (LIMPSA.1766.2023))	5,27% a 6,27% (5,77±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✷ (s)	✓	5,76% a 6,03%	27%	73%	**5,77±0,26%**	5,66±0,37%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**67%**	**0%**	**100%**	**67%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓Cumple en el rango de diseño.
✩(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.
✷ Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.
Los números en color rojo evidencian que aún en el contenido óptimo de asfalto existe un alto riesgo de incumplimiento.

Del resumen de los resultados se determina que los parámetros que presentan algún grado de incumplimiento en el rango de diseño (óptimo ± 0,5%) son en un 66% de los diseños el contenido de vacíos y en el 100% de los diseños parámetro de VFA, como se indicó anteriormente. Esto provoca que el rango de asfalto efectivo se vea reducido desde un 27% hasta un 51%, disponiendo de un margen efectivo de contenido de asfalto menor al indicado como óptimo en cada uno de los diseños de mezcla.

Al analizar el comportamiento de los parámetros Marshall en los diseños de mezcla tipo 19 mm, se denota que la característica que es más compleja de cumplir es el parámetro de VFA, ya que contribuye con un área de 140% acumulada de incumplimiento (suma de área azul sombreada, Figura 16 b).

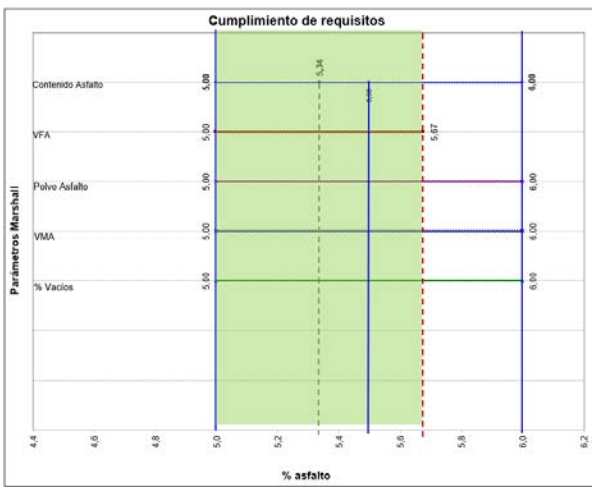
La siguiente característica que demuestra dificultades de ser cumplida es el contenido de vacíos, debido a que determina un 30% de área de incumplimiento acumulada.

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

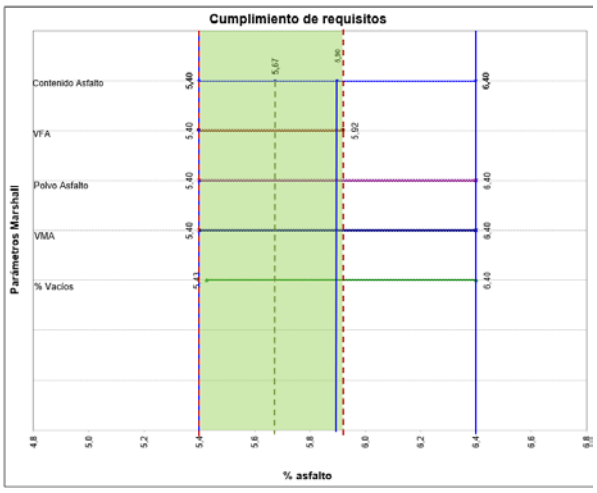
Diseños realizados por el Laboratorio LGC, para empresa Conansa

Los diseños realizados por el laboratorio LGC corresponden a tres centros de producción de la empresa Conansa, específicamente en Calle Blancos, Quepos y Bagaces. Todos los diseños son elaborados con asfalto convencional y con tamaño nominal de 12,5 mm. En la Figura 17 se presenta el análisis gráfico de estos diseños de mezcla asfáltica.

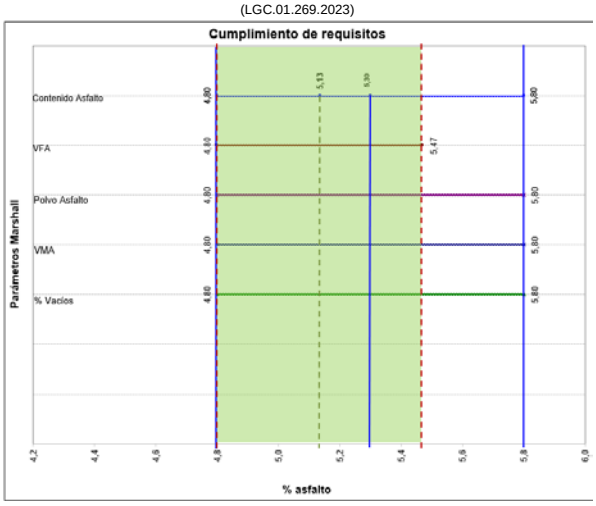
Figura 17. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm.



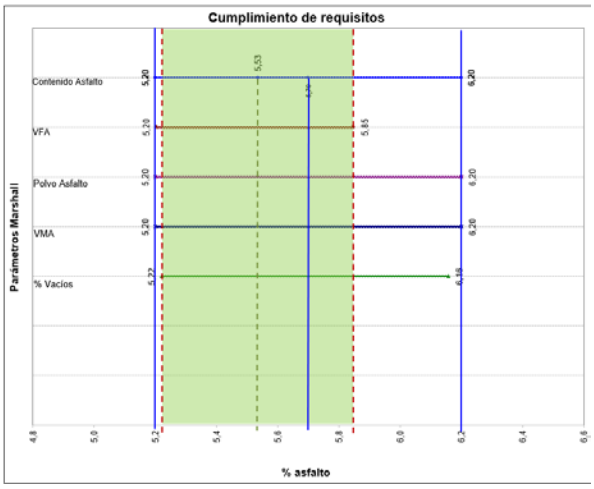
Conansa, Calle Blancos
(LGC.01.269.2023)



Conansa, Calle Blancos
(LGC.01.317.2023)

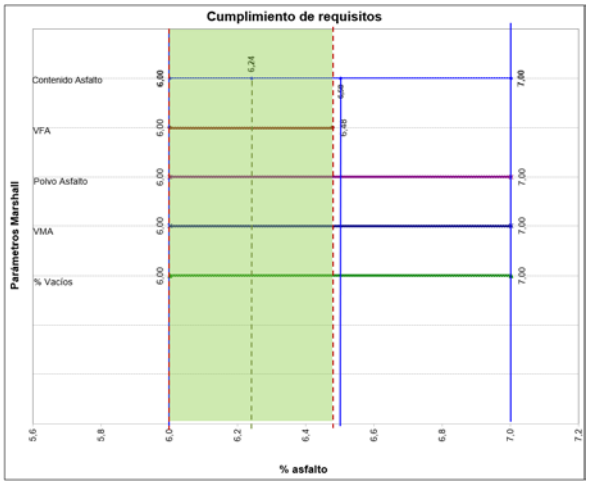


Conansa, Calle Blancos
(LGC.01.1047.2023)

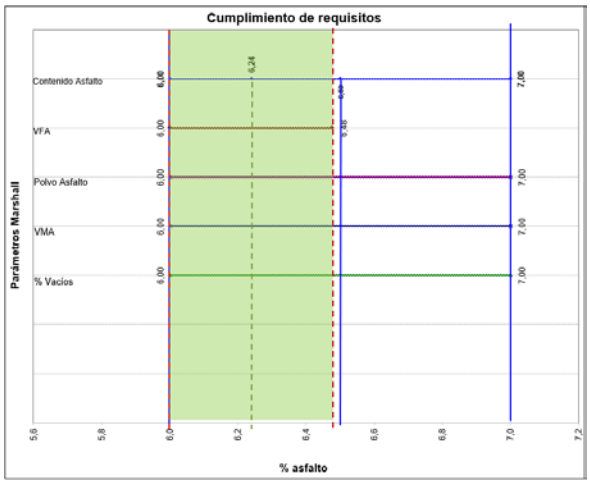


Conansa, Bagaces
(LGC 01.1852.2023)

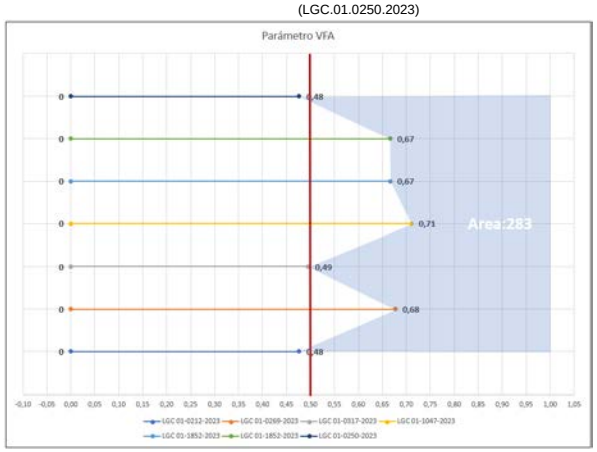
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



Conansa, Quepos
(LGC.01.212.2023)



Conansa, Quepos
(LGC.01.0250.2023)



a. Cumplimiento VFA

De cada una de las gráficas presentadas en la Figura 17 se denota que el parámetro que mayormente restringe el ámbito de asfalto (contenido óptimo ± 0,5%) son los vacíos llenos de asfalto (VFA) en todos los diseños analizados, reduciendo en promedio $^{2}/_{5}$ el rango de trabajo en el límite superior. Otro parámetro que restringe el ámbito de trabajo de asfalto en uno de los diseños, es el contenido de vacíos, que reduce el ámbito en un 4% en el límite inferior. Un aspecto relevante que se observa es la restricción inclusive en el propio contenido de asfalto en 3 (50%) de los diseños analizados, lo que provoca que en este valor se dé un incumplimiento en uno de los parámetros mencionados en el párrafo anterior.

Un resumen de los resultados de dicho análisis, para cada uno de los diseños indicados se detalla en la **Tabla 13**, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

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

Tabla 13. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm de los informes de cada una de las plantas de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A	Rango	% disminuido	% disponible		
Conansa, Calle Blancos (LGC.01.269.2023)	5,00% a 6,00% (5,50±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	5,00% a 5,67%	**33%**	**67%**	5,50±0.17%	5,34±0,34%
Conansa, Calle Blancos (LGC.01.317.2023)	5,40% a 6,40% (5.90±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	5,40% a 5,92%	**48%**	**52%**	5,90±0.02%	5,67±0,26%
Conansa, Calle Blancos (LGC.01.1047.2023)	4,80% a 5,80% (5.30±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	4,80% a 5,47%	**33%**	**67%**	5,30±0.17%	5,13±0,34%
Conansa, Bagaces (LGC 01.1852.2023)	5,20% a 6,20% (5,70±0.5%)	✓	✓	✩(i,s)	✓	✸ (s)	✓	5,22% a 5,85%	**37%**	**63%**	5,70±0.15%	5,53±0,32%
Conansa, Quepos (LGC.01.212.2023)	6,00% a 7,00% (6,50±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	6,00% a 6,48%	**52%**	**48%**	No rango	6,24±0,24%
Conansa, Quepos (LGC.01.0250.2023)	6,00% a 7,00% (6,50±0.5%)	✓	✓	✓	✓	✸ (s)	✓	6,00% a 6,48%	**52%**	**48%**	No rango	6,24±0,24%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**16%**	**0%**	**100%**	**50%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓Cumple en el rango de diseño.
✩(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.
✸ Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.
No rango: en el valor del contenido óptimo de asfalto se produce un incumplimiento, por lo que no se puede ajustar el rango.

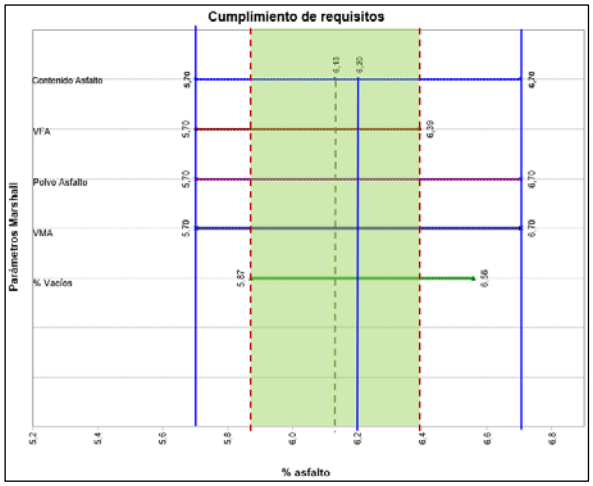
Del resumen de los resultados se determina que los parámetros que presentan algún grado de incumplimiento en el rango de diseño (óptimo ± 0,5%) son en un 16% de los diseños en el parámetro de contenido de vacíos y en el 100% de los diseños parámetro de VFA, como se indicó anteriormente. Esto provoca que el rango de asfalto efectivo se vea reducido desde un 33% hasta un 52%, disponiendo de un margen efectivo de contenido de asfalto, incluso menor al óptimo en 2 de los diseños de mezcla.

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

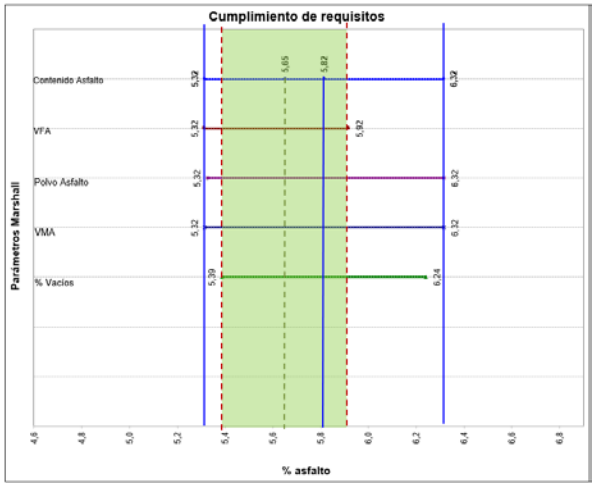
Diseños realizados por el Laboratorio OJM

Los diseños planteados por el laboratorio OJM para las empresas Pedregal, Constructora Herrera y Constructora Orosi específicamente en Belén y Nicoya (Pedregal), San Carlos (CH) y Cartago (COr). Todos los diseños son con asfalto convencional y con agregados de tamaño nominal de 12,5 mm. En la Figura 18 se presenta el análisis gráfico de estos diseños de mezcla asfáltica.

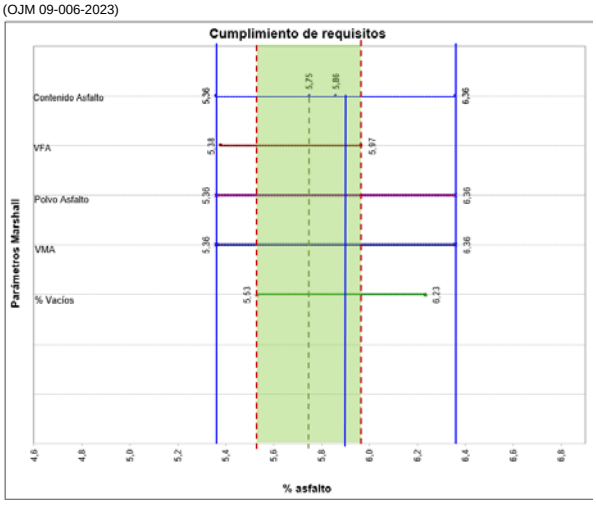
Figura 18. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm.



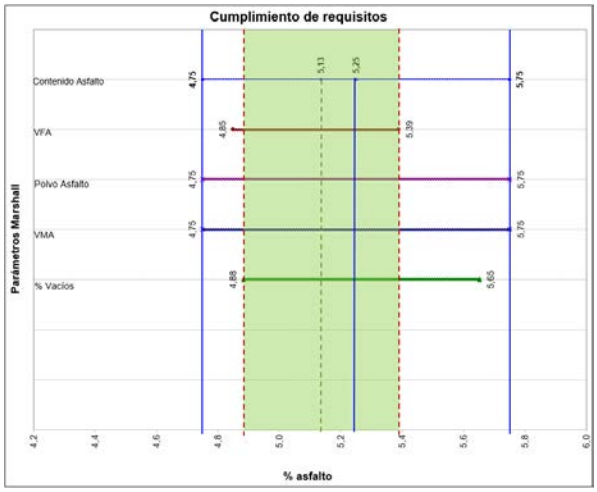
Quebradores Pedregal, Belén
(OJM 09-006-2023)



Bloques Pedregal, Belén
(OJM 09-011-2023)

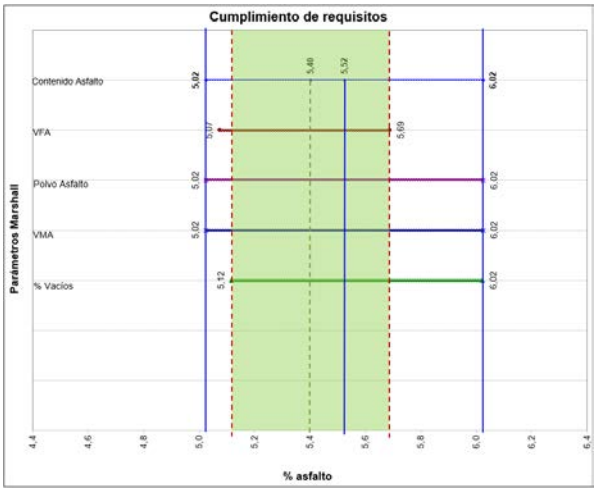


Bloques Pedregal, Nicoya
(OJM 09-020-2023)

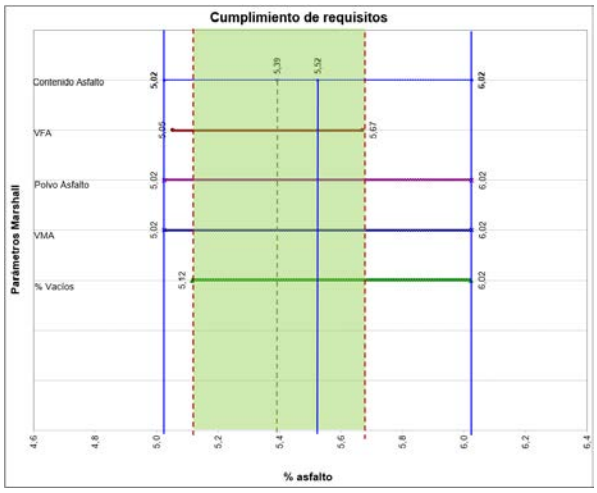


Constructora Herrera, San Carlos
(OJM 29-14-2023)

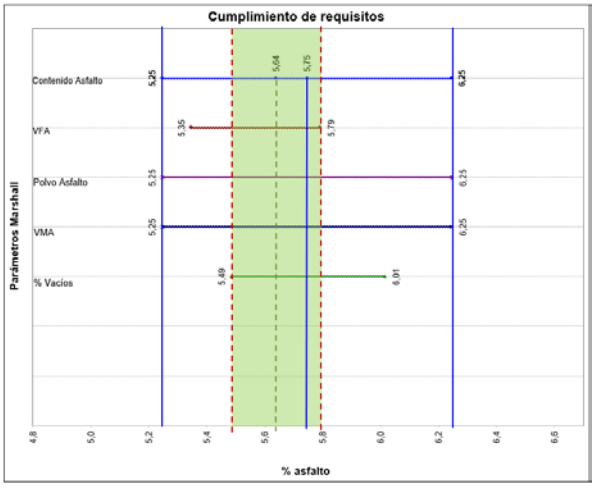
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



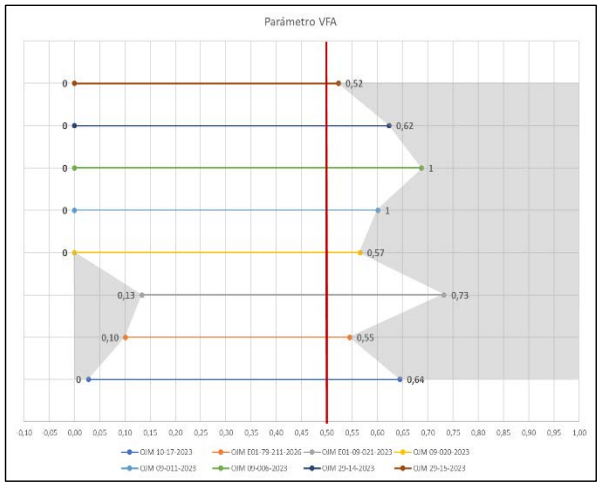
Constructora Herrera, San Carlos
(OJM10.11.2023)



Constructora Herrera, San Carlos
(OJM 10-17-2023)



Constructora Orosí, Cartago
(OJM E01-79-211-2023)



a. Cumplimiento VFA

De las gráficas presentadas en la Figura 18 se observa que el parámetro de vacíos llenos de asfalto (VFA) restringe en su mayoría el ámbito de asfalto (contenido óptimo ± 0,5%) en todos los diseños analizados, reduciendo en promedio $^{2}/_{5}$ el rango de trabajo. Otro parámetro restrictivo del ámbito de trabajo de asfalto es el contenido de vacíos, el cual reduce en promedio un 14% el límite superior.

Un resumen de los resultados de dicho análisis, para cada uno de los diseños indicados se detalla en la Tabla 14, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

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

Tabla 14. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm de los informes de cada una de las plantas de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A	Rango	% disminuido	% disponible		
Quebradores Pedregal, Belén (OJM 09-006-2023)	5,70% a 6,70% (6,20±0.5%)	✓	✓	✷ (i,s)	✓	✷ (s)	✓	5,87% a 6,39%	**48%**	**52%**	6,20±0,19%	6,13±0,26%
Bloques Pedregal, Belén (OJM 09-011-2023)	5,32% a 6,32% (5.82±0.5%)	✓	✓	✷ (i,s)	✓	✷ (s)	✓	5,39% a 5,92%	**47%**	**53%**	5,82±0.10%	5,65±0,27%
Bloques Pedregal, Nicoya (OJM OJM 09-020-2023)	5,36% a 6,36% (5.86±0.5%)	✓	✓	✷ (i,s)	✓	✷ (s)	✓	5,53% a 5,97%	**56%**	**44%**	5,86±0.11%	5,75±0,22%
Constructora Herrera, San Carlos (OJM 29-14-2023)	4,75% a 5,75% (5,25±0.5%)	✓	✓	✷ (i)	✓	✷ (s)	✓	4,88% a 5,39%	**49%**	**51%**	5,25±0,14%	5,13±0,26%
Constructora Herrera, San Carlos (OJM10.11.2023)	5,02% a 6,02% (5,52±0.5%)	✓	✓	✷ (i)	✓	✷ (s)	✓	5,12% a 5,69%	**43%**	**57%**	5,52±0,17%	5,40±0,29%
Constructora Herrera, San Carlos (OJM 10-17-2023)	5,02% a 6,02% (5,52±0.5%)	✓	✓	✷ (i)	✓	✷ (s)	✓	5,12% a 5,67%	**45%**	**55%**	5,52±0,15%	5,39±0,28%
Constructora Orosí, Cartago (OJM E01-79-211-2023)	5,02% a 6,02% (5,75±0.5%)	✓	✓	✷ (i)	✓	✷ (s)	✓	5,49% a 5,79%	**70%**	**30%**	5,75±0,04%	5,64±0,15%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**16%**	**0%**	**100%**	**50%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓Cumple en el rango de diseño.
✧(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.
✷ Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.
Los números en color rojo evidencian que aún en el contenido óptimo de asfalto existe un alto riesgo de incumplimiento.

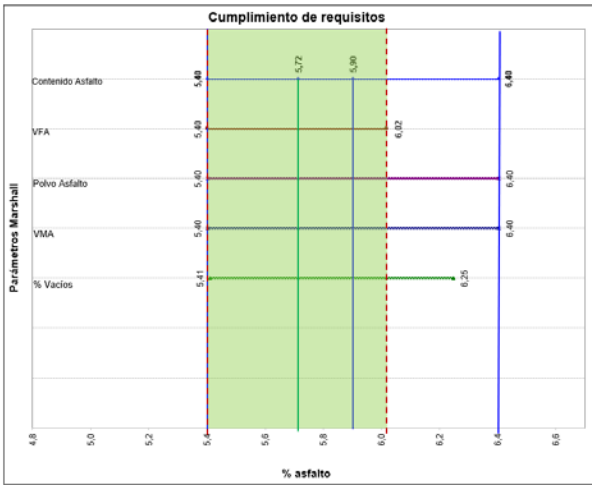
Del resumen de los resultados se determina que los parámetros que presentan algún grado de incumplimiento en el rango de diseño (óptimo ± 0,5%) son en un 100% de los diseños en el parámetro de contenido de vacíos (límite inferior) y en el parámetro de VFA (límite superior), como se indicó anteriormente. Esto provoca que el rango de asfalto efectivo se vea reducido desde un 47% hasta un 70%.

Diseños realizados por el Laboratorio Cacisa

Solamente se pudo analizar un diseño de mezcla correspondiente al Consorcio HGEYL (conocido como grupo Asfaltos Laboro) con la planta de producción ubicada en Limonal de Abangares. El diseño es elaborado con asfalto convencional y con agregados de tamaño nominal de 12,5 mm. En la Figura 19 se presenta el análisis gráfico de dicho diseño de mezcla asfáltica.

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

Figura 19. Análisis gráfico y resumen del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm.



Consorcio HGEYL
(CACISA 2023-2832)

De la gráfica presentada se establece que hay 2 parámetros (vacíos y VFA) que reducen el rango de trabajo del asfalto (contenido óptimo ± 0,5%) siendo los vacíos llenos de asfalto (VFA) el que más reducción presenta.

Un resumen de los resultados de dicho análisis, para el diseño evaluado se detalla en la **Tabla 15**, en donde se señala la restricción máxima del rango de contenido de asfalto, el porcentaje de variación para el contenido óptimo y el nuevo rango de contenido de asfalto disponible que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

Tabla 15. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para mezcla de 12,5 mm de los informes de la planta de estudio

Planta	Óptimo±0.5%	Parámetro						Disminución del rango efectivo			Óptimo ajustado	Rango Centrado
	Rango Diseño	Estab	Flujo	Vacíos	VMA	VFA	P/A(¥)	Rango	% disminuido	% disponible		
Consorcio HGEYL (CACISA 2023-2832)	5,4% a 6,4% (5,9±0.5%)	✓	✓	✷ (s)	✓	✷ (s)	✓	5,4% a 6,02%	**39%**	**61%**	5,9±0,38%	5,71±0,69%
Porcentaje de casos		**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**100%**	**0%**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

✓*Cumple en el rango de diseño.*
¥ se evalúa el rango original de 0,6 a 1,3
✧*(i, s) Reduce el rango de diseño, en el límite inferior(i) o superior(s), para cumplimiento de este parámetro.*
✷ *Parámetro que tiene mayor afectación en la reducción del rango de diseño.*

Del resumen de los resultados se determina que los parámetros que inciden en los incumplimientos en el rango de diseño (óptimo ± 0,5%) son el contenido de vacíos y parámetro de VFA disminuyendo en un 39% el rango indicado en el diseño.

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

11. CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados de ensayo obtenidos por el LanammeUCR para las mezclas asfálticas manufacturadas en las diversas plantas asfálticas que se produjeron para los contratos de conservación vial en 2023, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito principal de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

Granulometría de la mezcla

a. Las granulometrías de la mezcla asfáltica se mantienen dentro de los requisitos granulométricos establecidos para ambos tamaños de agregados (12 mm y 19 mm), sin embargo, se denotan ciertas tendencias:

    - La fracción gruesa ($^3/_4$" y $^1/_2$") se ubican en la porción fina
    - Los materiales retenidos en las mallas $^3/_8$", Nº8, Nº16 y Nº30 se mantienen entre la porción fina y la gruesa para las diferentes mezclas analizadas
    - La malla Nº4 se posiciona en la parte gruesa
    - En cuanto a las mallas Nº50 y Nº200 de la parte de la fracción fina de la curva granulométrica se observa una tendencia a ubicarse en el ámbito fino de la especificación entre el valor meta y el límite superior.

Contenido de asfalto

b. Con relación al contenido de asfalto, las mezclas de 12mm cumplen las especificaciones establecidas, sin embargo, se observa un incumplimiento. En cuanto a las mezclas de 19mm se precisa que cumplen el óptimo ± 0,5% establecido en el diseño de mezcla vigente.

Parámetros de calidad de la mezcla

c. Se determinan algunos comportamientos individuales en los parámetros volumétricos utilizados como control de calidad, de las mezclas asfálticas producidas para cada planta de producción incluida en el estudio para ambos tamaños de agregado (12 mm y 19 mm).

    - Para el contenido de vacíos se observa que la muestra del 25 de mayo (para TMN 12mm) tiene un valor cercano al 6,8%. En tanto que la mezcla de TMN19mm, solo la muestra del 7 de setiembre supera el límite superior con un valor de 5,9%.
    - En cuanto a los vacíos en el agregado mineral (VMA) se observa solo un valor inferior al límite permitido, muestra del 29 de marzo para la mezcla de 12mm. Para

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

la mezcla de 19mm, las producciones de los días 8 y 9 de febrero, se encuentran por debajo del límite de especificación.

- para los vacíos llenos de asfalto (VFA) se denota que para la mezcla de TMN 12mm hay un par de valores fuera de la especificación, para la muestra del 25 de mayo y la del 18 de julio con valores de 55% y 77%. Por su parte la mezcla de TMN 19mm solamente las muestras del 2 de mayo y la del 7 de julio presentan valores inferiores en mezclas asfálticas usadas para bacheo

- En la relación polvo/asfalto se obtiene que todas las mezclas de TMN 12mm analizadas se mantienen entre los límites de la especificación. Por otro lado, la muestra del 2 de mayo, de las mezclas de TMN 19mm para bacheo, reporta un valor de 1,95 por encima del límite superior.

d. En términos generales se observa una tendencia a producir con porcentajes de asfalto bajos y contenidos de filler (malla 200) altos, que favorecen valores cercanos a 1,6 en la relación polvo asfalto. A nivel internacional se regula esta relación a un valor máximo de 1,3 para evitar que las capas asfálticas construidas con esta mezcla tiendan a desarrollar fisuras tempranas.

<u>Diseños de mezcla</u>

e. Los diseños de mezcla asfáltica, tanto de 12 mm, como de 19 mm, siguen evidenciando grandes restricciones en el ámbito efectivo de contenido de asfalto disponible, reduciendo ampliamente el rango de trabajo establecido por el contenido óptimo ± 0,5% (100%), a un rango estimado desde un valor mínimo de 33% hasta un valor máximo de 70%. Produciendo un alto riesgo de incumplimiento durante la producción de la mezcla asfáltica.

f. El parámetro que mayor restricción al rango de trabajo provoca es el parámetro de vacíos llenos con asfalto (VFA) el cual reduce hasta en un 50% dicho rango.

g. Dos de los diseños analizados, muestran incumplimiento de un parámetro volumétrico en el contenido óptimo de asfalto indicado en el documento de diseño de mezcla. Un tercer diseño de mezcla, con una variación de tan solo el 2% del contenido óptimo de asfalto, produce un incumplimiento de un parámetro volumétrico.

h. La variabilidad existente en el parámetro de VFA, provoca que pequeños incrementos en el contenido óptimo de asfalto definido en algunos de los diseños, llegue a valores cercanos al 80% valor en el cual la mezcla asfáltica se vuelve inestable, propensa a desplazamientos.

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

12. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales en los proyectos que ejecuta esta dirección.

A la Gerencia de Contratación

a. Aplicar rigurosamente lo establecido en el cartel, en particular la valoración para aceptación, de todos los parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica producida, que de acuerdo con los resultados se determinan incumplimientos en algunos de estos parámetros.

b. Incluir en los carteles de licitación, de manera específica una metodología diferenciada para la valoración estadística de los parámetros volumétricos de aceptación. Especificaciones técnicas internacionales sugieren que los parámetros de aceptación de la mezcla asfáltica sean valorados estadísticamente y se determine el porcentaje de los resultados que se encuentran fuera de los límites de especificación, sin que esto implique un pago reducido por calidad, contribuyendo a un control de procesos.

c. Solicitar a los laboratorios que elaboran el documento de diseño de mezcla asfáltica en caliente, que en el resumen del diseño de mezcla asfáltica se evidencie claramente el rango de asfalto (y el porcentaje de disminución total del rango óptimo de asfalto) donde no se producirían incumplimientos de los parámetros volumétricos dentro del rango óptimo de asfalto ± 0,5% en la etapa de diseño. Para evitar potenciales incumplimientos que sobrepasen los límites de especificación para cada uno de los parámetros volumétricos, durante el proceso de producción de la mezcla asfáltica.

Al Laboratorio Nacional de Materiales, Unidad de Investigación (UIIT)

d. Valorar realizar un estudio integral que busque establecer las causas por las que el parámetro de porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA) tiene un riesgo alto de incumplimiento en la mayoría de las mezclas asfálticas, con el fin de identificar las acciones correctivas apropiadas y desarrollar un plan para prevenir y de ser posible evitar, que este parámetro se siga incumpliendo.

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

13. REFERENCIAS

Aguiar Moya, J. P., & Allen Monge, J. (2004). *Comparación de resistencia al agua y a la deformación permanente en mezclas asfálticas densas y SMA.* San Pedro de Motes de Oca, Costa Rica: LanammeUCR.

Arias Barrantes, E. (2014). *LM-PI-GM-INF-22-14 "Recomendaciones técnicas para el diseño estructural de pavimentos flexibles con la incoorporación de criterios mecánico empíricos".* San Pedro de Montes de Oca, San José: LanammeUCR.

Cervantes Calvo, V. H., & Fonseca Chaves, F. (2017). *LM-PI-AT-154-17 "Evaluación de la mezcla asfáltica producida en diferentes centros de producción para los proyectos viales".* San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

CONAVI. (2014). Cartel de Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00 MP Y R: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada. San José.

Costa, I. M. (2009). *Instituto Meteorológico de Costa "Atlas Climatológico".* San José, Costa Rica.

Epps, J., Fee, F., Foo, K., & all, a. e. (2011). *NCHRP Report 673 "A manual for desing of hot mix Asphalt".* Washington D.C, USA: Transportarion Research Board.

Garnica Anguas, P., Delgado Alamilla, H., & all, e. (2005). *Análisis de varianza del efecto de algunos factores que influyen en la deformación permanente de mezclas asfálticas.* Sanfandila, Querétaro.

Guerrero Aguilera, S., & Herra Gómez, L. D. (2017). *LM-AT-121-17 "Evaluación de parámetros y metodología utilizada en los diseños de pavimentos".* San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica: LanammeUCR.

Huamán Guerrero, N. (2011). *La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos .* Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Leiva Villacorta, F. (2004). *Estudio del Módulo Dinámico complejo de mezclas asfálticas. Desarrollo de curvas maestras.* San Pedro de Montes de Oca, San José: LanammeUCR.

Mateos Moreno, A., & Soares, J. (2015). El módulo dinámico de la mezcla bituminosa: importancia, evaluación y estimación. *Asfalto y Pavimentación*, 64.

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

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

EQUIPO AUDITOR	
Preparado por: **Ing. Víctor Cervantes Calvo** **Auditor Técnico** Firmado digitalmente por VICTOR HUGO CERVANTES CALVO (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 14:20:04 -06'00'	**Preparado por:** **Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio** **Asistente Técnica** Firmado digitalmente por ROSE MARY CABALCETA RUBIO (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 14:24:22 -06'00'

Visto Bueno de Legalidad: **Lic. Giovanni Sancho Sanz** **Coordinador Unidad de Asesoría Legal** Firmado digitalmente por GIOVANNI SANCHO SANZ (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 15:29:17 -06'00'	**Revisado y aprobado por:** **Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.** **Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica** Firmado digitalmente por WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 15:00:01 -06'00'	**Aprobado por:** **Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.** **Director General LanammeUCR** Firmado digitalmente por ROLANDO CASTILLO BARAHONA (FIRMA) Fecha: 2024.07.05 12:36:19 -06'00'

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

A. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas.

En la Tabla A.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla A.2.

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

Resultado	Cumplimiento contractual	Impacto	Urgencia	Valoración
Hallazgo 1. Los resultados granulométricos de las mezclas asfálticas analizadas en ambos tipos de tamaño (19 mm y 12,5 mm), cumplen los requisitos establecidos en el cartel de licitación	1	2	1	1,33
Hallazgo 2. Para el parámetro contenido de asfalto para las muestras analizadas se determinan resultados con variabilidad para la mezcla de 12mm y en la mezcla de 19mm ya que muestran valores cercanos al óptimo ± 0,5% establecido en el diseño de mezcla vigente	2	3	2	2,33
HALLAZGO 3. Se evidencia que algunas muestras de la mezcla asfáltica producida por las plantas productoras analizadas presentan algunos incumplimientos en varios de los parámetros volumétricos Marshall (de aceptación o pago) tales como: contenido de vacíos, vacíos en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos de asfalto (VFA) y en la relación polvo/asfalto establecidos en el cartel de licitación	2	3	2	2,33
HALLAZGO 4. Los diseños de mezcla utilizados en la producción de mezcla asfáltica, para el periodo de estudio, muestran algún incumplimiento de los parámetros % vacíos y VFA de diseño en el rango de trabajo del contenido de asfalto (% óptimo ± 0,5%) propuesto para la producción.	5	4	4	4,33

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

Anexo 2. Análisis del descargo al Informe Preliminar LM-EIC-D-0425B-2023

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 1/37	

1. Nombre Informe

EIC-Lanamme-INF-0425-2024: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION VIAL. Licitación pública No. 2022CD-145 Mantenimiento Rutinario".

2. Descargo

Mediante el oficio EIC-Lanamme-0339-2024 del 03 de abril de 2024, se envía el presente informe en versión preliminar (identificado como EIC-Lanamme-INF-0425-2024) al Jefe del Departamento de Verificación de la Calidad para su análisis, y en caso de requerirse, se procedería a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría. El 26 de abril de 2024 se recibe el oficio DVCS-01-2024-0090 suscrito por el jefe del Departamento de Verificación de la Calidad en el cual se realizan los comentarios correspondientes al Informe preliminar "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL. Licitación pública No. 2022CD-145 Mantenimiento Rutinario".

Adicionalmente, el viernes 12 de abril de 2024 se realiza una reunión virtual para la presentación del informe en versión preliminar, asistiendo los ingenieros(as) Julio Carvajal Saborío, Karen Zúñiga Brenes, Francisco Gómez Vega y Diego Carvajal del Departamento de Verificación de la Calidad de la Gerencia de Conservación del Conavi; el señor Berny Quirós Vargas de la Auditoria Interna del Conavi. Por parte de los laboratorios de verificación de la calidad, acudieron los ingenieros(as) Amed Aldi Bolaños y Valerie Quesada García, del laboratorio LGC; Carlos Villalta Villegas y Leonardo Alvarez, del Laboratorio Castro & De la Torre. Por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR estuvieron presentes los ingenieros(as) Víctor Hugo Cervantes Calvo, Rose Mary Cabalceta Rubio, así como la coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 2/37	

Oficio DVCS-01-2024-0090(0434)

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES | GOBIERNO DE COSTA RICA | CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD

Montes de Oca, 26 de abril del 2024
DVCS-01-2024-0090 (0434)
Página 1 de 3

Señor
Rolando Castillo Barahona, Ph.D.
Director
LanammeUCR

Señora
Wendy Sequeira Rojas, M.Sc.
Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

ASUNTO: Comentarios al informe EIC-Lanamme-INF-0425-2024.

Estimado ingeniero e ingeniera:

Como es de su conocimiento, el CONAVI no cuenta con laboratorios de verificación propios, motivo por el cual, cada cierto tiempo se realizan los trámites correspondientes para contratar los servicios de diferentes Organismos de Ensayo (laboratorios de verificación).

En la actualidad, contamos con la Contratación Directa N° 2022CD-000142-0006000001 "**Servicios de verificación de calidad de materiales en proyectos de CONAVI de la Red Vial Nacional Pavimentada**", misma que nos permitió contratar Organismo de Ensayo con ensayos debidamente acreditados ante el Entre Costarricense de Acreditación (ECA).

La contratación indicada en el párrafo anterior, cuenta con 18 líneas, de las cuales, 6 son para Ensayos de Materiales, 6 para Ensayos de Pintura y 6 para Ensayos Especiales. Para el caso específico del informe citado en el asunto del presente documento, involucra solamente los Ensayos de Materiales, líneas que fueron adjudicadas en su momento a las empresas Castro & De La Torre y LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Al contar el CONAVI con contratos debidamente firmados con las empresas Castro & De La Torre y LGC Ingeniería de Pavimentos S.A, Organismos de Ensayo expertos técnicos en todos los ensayos que involucra la materia descrita en el informe citado en el asunto, este Departamento solicitó a cada uno de los Organismos de Ensayo realizar los comentarios correspondientes para el informe en cuestión, motivo por el cual se adjuntan al presente documento los oficios CT-19-04-2024-99 de Castro & De La Torre y 0395-2024 de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

En otro orden de ideas, en el informe del ente auditor indica:

"...Dos de los diseños evaluados (OJM29-14 y LGC-269) muestran un incumplimiento casi total (96% y 99%) en alguno de los parámetros de la metodología de diseño Marshall, por lo que no tuvieron que ser aceptados, tan siquiera presentados, ya que lo apropiado era volver a rehacerlos..."

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES | GOBIERNO DE COSTA RICA | CONAVI
100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-7000 Fax: (506) 2202-7398 San José, Costa Rica

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 3/37	

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES | GOBIERNO DE COSTA RICA / CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD

Montes de Oca, 26 de abril del 2024
DVCS-01-2024-0090 (0434)
Página 2 de 3

Se les informa que este Departamento revisa los diseños de mezcla que remiten los diferentes contratistas de obra, diseños que son aprobados siempre y cuando todos sus resultados se encuentren dentro de los rangos establecidos por el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020.

En caso de que alguno de los resultados del diseño se encuentre en el límite de la banda superior o inferior de alguno de los rangos establecidos en el manual antes citado, este Departamento realiza la advertencia correspondiente a la empresa contratista, pero, siempre que los resultados del diseño se encentren dentro de los rangos establecidos por el Manual, este Departamento NO puede rechazar el diseño, aun cuando sus resultados se encentren en el límite de alguno de los rangos.

No está demás informar al ente auditor que, los laboratorios de autocontrol realizan todos los días antes de iniciar la producción de MAC, todos los ensayos correspondientes para revisar el cumplimiento diseño del diseño a utilizar y posteriormente realizar los ajustes correspondientes en la planta de producción en caso de ser necesario.

Con relación a los diseños OJM29-14 y LGC-269, indicados por el ente auditor, este Departamento revisó en los formularios con los cuales revisamos y aprobamos los diseños y encontramos el diseño 29-14-2023, del cual se adjunta formulario que acredita que los resultados del diseño en cuestión se encuentran dentro de los rangos establecidos por el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020, motivo por el cual, este Departamento NO podía rechazar dicho diseño, ya que está cumpliendo con la especificación; ahora bien, con respecto al diseño 269 indicado por el ente auditor, no lo encontramos dentro de los formularios correspondientes.

Consideramos importante recordar el ente auditor que, en caso de que exista algún error humano y se apruebe un diseño que no debia aprobarse, el CONAVI cuenta con la evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago, el cual es un análisis estadístico que se realiza con los ensayos de verificación de la calidad a toda la MAC colocada en los diferentes frentes de trabajo.

Con el análisis realizado mediante la evaluación estadística del factor de pago, el CONAVI se garantiza que la MAC colocada en los diferentes frentes de trabajo, cumple con los requerimientos solicitados en cada uno de los carteles de licitación y para los casos que corresponda, se realizarán los rebajos correspondientes por calidad de la MAC colocada, esto dependiendo de los resultados del Factor de Pago.

Posteriormente, en el punto **11. Recomendaciones** del informe se indica:

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES | GOBIERNO DE COSTA RICA / CONAVI
100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-7000 Fax: (506) 2202-7398 San José, Costa Rica

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 4/37	

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES | GOBIERNO DE COSTA RICA / CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD

Montes de Oca, 26 de abril del 2024
DVCS-01-2024-0090 (0434)
Página 3 de 3

"...A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales en los proyectos que ejecuta esta dirección.

A la Gerencia de Contratación..."

El subrayado no es del original

Las dos palabras se subrayaron porque existe una incongruencia que debe ser corregida.

Atentamente,

JULIO CESAR CARVAJAL SABORIO (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-02-0521-0220.
Fecha declarada: 26/04/2024 10:47:32 AM

Ing. Julio César Carvajal Saborío, MAP
Departamento de Verificación de la Calidad
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

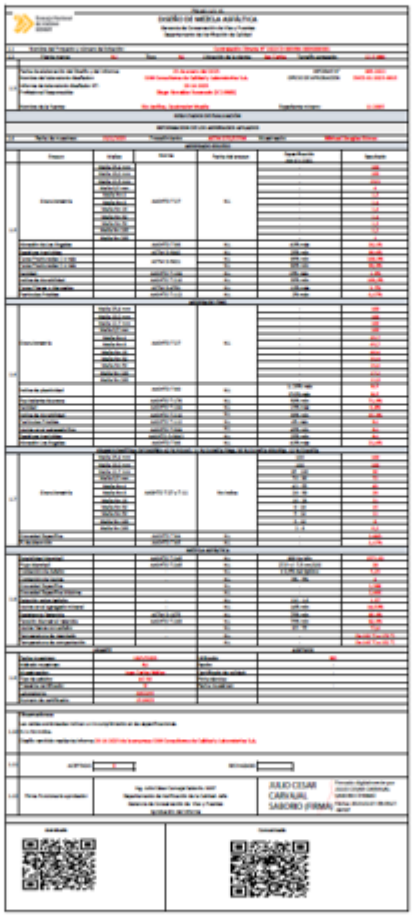
JCS/JCS

C Lic. Renaldo Vargas Soto. Auditor Interno, CONAVI
Archivo/Copiador

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES | GOBIERNO DE COSTA RICA | CONAVI
100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-7000 Fax: (506) 2202-7398 San José, Costa Rica

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21 Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 5/37



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

	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: 6/37	

Documento Anexo: Oficio CT-19-04-2024-99 de Castro & De La Torre

Su proyecto en suelo firme

Acreditada
INTE ISO/IEC 17025*
INTE ISO/IEC 17020*

San José, 19 de abril de 2024

Oficio No. CT-19-04-2024-99

Señor
Ing. Julio César Carvajal Saborío, MAP
Departamento de Verificación de la Calidad
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes
Presente

Estimado ingeniero:

En atención a su comunicación electrónica del pasado 12 de abril de 2024, que establece "*Con relación al informe adjunto y a la presentación realizada por el LanammeUCR hace pocos minutos, se les solicita remitir a este Departamento el criterio técnico de su representada para cada uno de los hallazgos presentados en el informe*", adjunto los comentarios que corresponden a nuestro criterio técnico solicitado.

Estamos en la mayor disposición de ampliar o aclarar lo que se considere necesario.

Sin otro particular,

Firmado digitalmente por ORLANDO DE LA TORRE CASTRO (FIRMA)
Fecha: 2024.04.19 14:24:24 -06'00'

Ing. Orlando De la Torre Castro

Representante Legal

Castro & de la Torre, S.A.

cc: Ing. Leonardo Álvarez, supervisor de laboratorio, C&T
Ing. Eugenio Araya, consultor de calidad, C&T
Ing. Carlos Murillo, consultor de calidad, C&T
Ing. Carlos Villalta Villegas, consultor de calidad, C&T

www.cyt.cr
4010 2273
info@cyt.cr
500 m oeste de la Fabrica Jack's, Pavas, San José, Costa Rica 10109

Castro & DeLaTorre INGENIEROS CONSULTORES
60 AÑOS

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 7/37	

Su proyecto en suelo firme
Acreditada
INTE ISO/IEC 17025*
INTE ISO/IEC 17020*

Comentarios sobre Informe de Auditoría Técnica, EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA DURANTE EL 2023 EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION VIAL. Licitación pública No. 2022CD-145 Mantenimiento Rutinario. Informe en versión final: EIC-Lanamme-INF-425-2024.

1. La contratación en estudio no se trató de una "Licitación Pública" como se menciona en el informe, sino de la Contratación Directa 2022CD-00145-0006000001: "Mantenimiento rutinario, contingencias, mantenimiento básico de puentes y conservación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada", que está formada por 22 líneas (según el detalle correcto incluido en el Informe de Lanamme en la tabla 3. del apartado 8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO), con 6 contratistas diferentes y que han utilizado mezclas asfálticas producidas en al menos 8 plantas de mezcla asfáltica, ubicadas por todo el país. Se aclara que la Tabla 3. Zonas adjudicadas para cada contratista y planta suplidora (aunque dicha tabla no detalla las plantas suplidoras), hace mención a dos contrataciones directas de mantenimiento periódico y rehabilitación, que entre ambas contrataciones comprenden otras 22 líneas (contrataciones directas números 2022CD-00128-0006000001 y 2022CD-00149-0006000001), pero no hay claridad si el estudio comprende las 3 contrataciones o sólo una, como desde el título se menciona.
2. En dicha contratación en estudio (2022CD-00145-0006000001), sólo hay un renglón de pago que utiliza mezcla asfáltica y es el M-41(B) Bacheo de urgencia. Para ese renglón de pago, los contratistas utilizan mezcla asfáltica de 12,5 mm de tamaño máximo nominal y no de 19 mm como también se incluyó en el estudio realizado.
3. Dos de las plantas productoras de mezcla asfáltica en las cuales se recopilaron evidencias, sea las plantas MAC: HS Guápiles y Pedregal Nicoya, nunca han producido mezcla asfáltica para la contratación en estudio (sea una contratación o las tres mencionadas en el apartado 1. de este criterio). Para la fecha de los muestreos realizados por Lanamme en la planta Meco ubicada en la Uruca (8 y 9 de febrero 2023 y 29 de marzo de 2023) y en Conansa, Calle Blancos (8 de febrero de 2023), no se registra que estuvieran vigentes los proyectos de la contratación en estudio (Contratación Directa 2022CD-00145-0006000001) y por tanto no hay resultados de Verificación de Calidad asociados a dichos días de producción. Por ejemplo, la orden de inicio de la Contratación Directa N° 2022CD-000142-0006000001, para la ejecución del proyecto: Servicios de verificación de calidad de materiales en proyectos de CONAVI de la Red Vial Nacional Pavimentada, Línea 4, Ensayo de materiales, a cargo de Castro & de la Torre fue el 1 de abril de 2023, fecha posterior a 5 de los 9 muestreos realizados por Lanamme. De las 9 muestras de mezcla asfáltica que corresponden a las evidencias, sólo dos muestras (el 22%) se tomaron cuando la contratación en estudio había dado inicio.

www.cyt.cr
4010 2273
info@cyt.cr
Castro & DeLaTorre
60 AÑOS

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 8/37	

Su proyecto en suelo firme
Acreditada
INTE ISO/IEC 17025*
INTE ISO/IEC 17020*

4. Considerando que el objetivo general del estudio es 1. Valorar de forma general la calidad de la mezcla asfáltica producida por los diversos contratistas, para ser utilizada en los procesos de conservación vial aplicados por el CONAVI durante el 2023, 2. Evaluar la calidad del producto final obtenido en el proceso de producción de mezcla asfáltica mediante ensayos Marshall y ensayos de desempeño, y 3. Análisis y valoración del diseño de mezcla utilizado por la planta para la producción de mezcla asfáltica, haber utilizado únicamente 9 muestras de mezcla asfáltica, de las cuales sólo 2 muestras están relacionados con la ejecución de la Contratación Directa No. 2022CD-00145-0006000001, a todas luces no alcanzan para poder cumplir con dichos objetivos y tampoco para llegar a conclusiones relevantes que son las requeridas en cualquier informe de Auditoría Técnica de Lanamme, máxime cuando dichos informes se conocen hasta en la Contraloría General de la República, Poder Ejecutivo (MOPT y Ministerio de la Presidencia), Poder Legislativo y a nivel de opinión pública. No hay evidencia de que se hayan realizado ensayos de desempeño, aunque los mismos no aplican para la contratación en estudio, pero dicho concepto se menciona dentro de los objetivos del estudio.
5. Con respecto al Hallazgo 1. Hay un error grueso de concepto al estimar el porcentaje de incumplimiento de las granulometrías, máxime que se incluyeron unas plantas de MAC que no están produciendo mezcla asfáltica para los 22 contratos de la contratación en estudio, además de 5 muestras de MAC en fechas anteriores al inicio de la contratación en estudio. Igualmente, no se entiende a qué se refiere ese porcentaje de incumplimiento y lo que se pretende resaltar, combinando resultados de diferentes plantas de producción, lo que no tiene ningún sentido.
6. Para mejor aclarar, a continuación, se incluyen los requerimientos granulométricos aplicables contractualmente:
   Tabla No. 3.2.1. Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente. (Fuente CR 2010)

www.cyt.cr
4010 2273
info@cyt.cr
500 m oeste de la Fabrica Jack's, Pavas, San José, Costa Rica 10109
Castro & DeLaTorre INGENIEROS CONSULTORES
60 AÑOS

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

	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: 9/37	

Su proyecto en suelo firme
Acreditada
INTE ISO/IEC 17025*
INTE ISO/IEC 17020*

Porcentaje pasando por peso. Tamaño máximo nominal

Malla	37.5 mm		25 mm		19 mm		12.5 mm		9.5 mm	
	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia
50.0 mm	100	---	x	x	x	x	x	x	x	x
37.5 mm	90 - 100	± 5	100	x	x	x	x	x	x	x
25.4 mm	75 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	x	x	x	x	x
19.0 mm	---	---	77 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	x	x	x
12.7 mm	62 - 85	± 5	60 - 80	± 5	68 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	x
9.5 mm	x	x	53 - 73	± 5	56 - 80	± 5	72 - 90	± 5	90 - 100	± 5
Nº 4	22 - 35	± 4	33 - 39	± 4	35 - 57	± 4	40 - 60	± 4	55 - 75	± 4
Nº 8	15 - 23	± 4	19 - 27	± 4	23 - 35	± 4	28 - 34	± 4	32 - 47	± 4
Nº 16	8 - 15	± 4	11 - 18	± 4	14 - 22	± 4	16 - 25	± 4	19 - 30	± 4
Nº 30	5 - 12	± 4	7 - 14	± 4	9 - 17	± 4	9 - 18	± 4	11 - 23	± 4
Nº 50	3 - 10	± 4	4 - 11	± 4	6 - 14	± 4	5 - 16	± 4	7 - 18	± 4
Nº 200	0 - 6	± 2	1 - 7	± 2	2 - 8	± 2	2 - 8	± 2	2 - 10	± 2

Notas:
1) La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la fórmula de mezcla para trabajo, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta.
2) La verificación de la granulometría de la mezcla producida, se efectuará de acuerdo con la norma de ensayo AASHTO T 30 / INTE C13 / ASTM D5444.
Alternativamente, para la verificación de la granulometría de la fórmula de la mezcla para trabajo, se podrá utilizar agregado proveniente de la banda transportadora en plantas mezcladoras de tambor, de las tolvas calientes en plantas de dosificación. El agregado será utilizado de acuerdo con las normas de ensayo AASHTO T11 / INTE C49 / ASTM C117 y AASHTO T27 / INTE C46 / ASTM C136.

7. Con respecto al Hallazgo 2. de los ensayos de verificación de calidad, no tenemos evidencia de que resultados de esa mezcla asfáltica producida en la planta MAC Conansa ubicada en Bagaces el día 25 de mayo de 2023 (muestra No. 0851-2023), que en contenido de asfalto estén por debajo del límite inferior aplicable (Porcentaje Total de la Mezcla PTM). Claro que el valor de Lanamme se complementa con un alto nivel de vacíos de la mezcla (vacíos Marshall), lo cual tiene total congruencia técnica. Los resultados de verificación de calidad reportaron un PTM de 5,5% y vacíos de la MAC de 5%, ambos cumpliendo con la especificación técnica aplicable. A continuación, se adjuntan los resultados de verificación de calidad del día 25 de mayo 2023, ensayos a cargo de Castro & De la Torre, S.A., aunque no se registran actividades de bacheo de urgencia relacionados con la contratación en estudio para ese día en específico.

www.cyt.cr
4010 2273
info@cyt.cr
500 m oeste de la Fábrica Jacks, Pavas, San José, Costa Rica 10109
Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES
60 AÑOS

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 10/37	

Su proyecto en suelo firme
Acreditada
INTE ISO/IEC 17025*
INTE ISO/IEC 17020*

PLANTA MAC CONANSA UBICADA EN BAGACES/REGION CHOROTEGA/CONANSA

			Fecha	25-may-23	Unidades
Diseño: LGC-01-0317-2023					
Especificación/tolerancia	MIN	MAX			
%ast. sobre el agregado	5,79%	6,79%	5,8	%	
%ast. sobre la mezcla	5,30%	6,60%	5,5	%	
Granulometría (mm)	% PAS	% PAS			
37,5	100	100	100	%	
25,0	100	100	100	%	
19,0	100	100	100	%	
12,5	90	97	92	%	
9,50	70	80	80	%	
4,75	45	53	48	%	
2,36	31	39	31	%	
1,18	19	26	20	%	
0,60	13	19	15	%	
0,30	9	16	10	%	
0,075	4,4	8,0	4,9	%	
Estabilidad	900 kgf mín.	N/A	1313	kgf	
Flujo	20 [1/100] cm	35 [1/100] cm	41	[1/100] cm	
Gravedad Max. Teórica	N/A	N/A	2,480	g/cc	
Gbs. especímenes Marshall	N/A	N/A	2,355	g/cc	
Vacíos Marshall	3%	5%	5,0	%	

8. Hallazgo 3. Según el cartel de la contratación en estudio, "*La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,6. De conformidad con el oficio número LM-PI-1 52-2016 del 13 de octubre del 2016, emitido por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz No. 200 dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla*", por lo que utilizar un valor máximo de 1,3 es un error grueso. Igualmente, vemos que la especificación utilizada para VFA fue de 65-75 y la pregunta es porqué no 65-78 ó 70-80, si eso está relacionado con la cantidad de ejes equivalentes estimados para un período de 20 años. Para un bacheo de urgencia no vemos que tenga mucho sentido dicha especificación, independientemente del rango. Sobre el incumplimiento del contenido de vacíos de la mezcla asfáltica de la planta Conansa, Bagaces muestreada el 25 de mayo de 2023 (CB 0851-2023), efectivamente el valor de vacíos en la mezcla asfáltica obtenido por LanammeUCR es congruente con el contenido de asfalto obtenido (PTM), y sobre este punto, ya nos referimos en el punto 7.
9. Hallazgo 4. que establece que los diseños de mezcla utilizados en la producción de mezcla asfáltica tienden a mostrar algún incumplimiento en los parámetros volumétricos de diseño, en el rango de trabajo del contenido de asfalto propuesto para la producción, en realidad lo que muestran es un riesgo "teórico" a presentar incumplimientos. Lo anterior por cuanto en ese análisis sólo se analizó para la graduación de diseño, cuando existen MÚLTIPLES posibilidades de combinaciones granulométricas, aún dentro del rango de tolerancias establecido, lo que hace que la situación analizada corresponda a una limitación, y

www.cyt.cr
4010 2273
info@cyt.cr
500 m oeste de la Fabrica Jacks, Pavas, San José, Costa Rica 10109
Castro & DeLaTorre INGENIEROS CONSULTORES
60 AÑOS

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

	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: 11/37	

Su proyecto en suelo firme
Acreditada
INTE ISO/IEC 17025*
INTE ISO/IEC 17020*

"*teóricamente*" el riesgo a presentar incumplimiento podría ser aún mayor. Insistimos en que esto es una premisa "*teórica*", pues en la producción a escala real de mezcla asfáltica no se han registrado mayores desviaciones o incumplimientos a las especificaciones o rangos de tolerancia establecidos, lo que nos lleva a concluir es que ese diseño es una guía para la producción de mezcla asfáltica, pero dadas las condiciones reales de producción de mezcla asfáltica, se puede cumplir con las especificaciones técnicas aplicables, aún con el potencial riesgo "teórico" determinado en el análisis realizado por Lanamme. La anterior afirmación es validada a partir de los resultados de verificación de calidad obtenidos durante el plazo de los servicios brindados al Consejo Nacional de Vialidad. Sería muy interesante valorar, cómo enlazan los resultados de LanammeUCR dentro de los diseños analizados, pues hubo muestras ensayadas que presentan todos los resultados dentro de especificaciones técnicas y rangos de tolerancia establecidos, lo que podría llevar a concluir, que efectivamente el riesgo de incumplimiento es "teórico", o sea a escala de laboratorio.

10. Con respecto a las conclusiones: 1. Sería muy interesante conocer las incertidumbres de los ensayos realizados por Lanamme para este estudio. Igualmente conocer el método utilizado para obtener el contenido de bitumen de cada muestra; en caso de haber utilizado el método de ignición conocer cómo calcularon el factor de corrección. Todo lo anterior es muy relevante para el análisis de los resultados. 2. No compartimos la conclusión que establece "*Se determina una tendencia a producir con porcentajes de asfalto cercanos al límite inferior de la especificación, favoreciendo valores cercanos a 1,6 de la relación polvo asfalto. Aunado a altos contenido de filler (malla 200), provoca que las capas asfálticas construidas con esta mezcla tiendan desarrollar fisuras tempranas*", primero, por cuanto no se entiende a que se refiere el concepto "favoreciendo" valores cercanos a 1,6, cuando la especificación máxima y actual es específicamente ese valor. Segundo, con respecto a las fisuras tempranas en capas asfálticas, resulta que la contratación en estudio únicamente incluye el renglón de pago M-41(B) Bacheo de urgencia, por lo que la conclusión no contiene ninguna relevancia.
11. En general, nos parece conveniente realizar estudios tendientes a tropicalizar las especificaciones técnicas inherentes a las propiedades volumétricas de las mezclas asfálticas (VFA, VMA y P/A). Las condiciones de variabilidad de los agregados de nuestro país, específicamente en los valores de gravedad específica bruta (G_{sb}) y % de absorción, hace necesaria dicha revisión y adaptación. Para el cálculo de dichos valores es mandatorio obtener valores reales de G_{sb} y % absorción de los agregados de trabajo y el G_{sb} del cemento asfáltico, a efecto de tener valores reales de dichos parámetros volumétricos. Para plantas de baches, dichos valores de los agregados deberían determinarse a partir de una muestra tomada de un bache seco y en las plantas continuas, podría ser a partir de muestreos de agregados combinados realizados en faja transportadora antes de entrar al quemador, con la limitación de que los resultados podrían diferir de los reales por no haber pasado por dicho componente de la planta de producción.

www.cyt.cr
4010 2273
info@cyt.cr
500 m oeste de la Fabrica Jacks, Pavas, San José, Costa Rica 10109
Castro & DeLaTorre
60 AÑOS

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 12/37	

Documento Anexo: Oficio 0395-2024 de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS

LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.

San José, 19 de marzo 2024

OFICIO Nº0395-2024

Referencia: Criterio técnico sobre informe EIC Lanamme INF-425-2024
Proyecto: Contratación Directa 2022CD-000142-0006000001 "Servicios de Verificación de Calidad de materiales en proyectos de CONAVI de la Red Vial Nacional Pavimentada"

Señor:
Ing. Julio Carvajal Salborío MPA
Departamento de Verificación de la Calidad
Jefe Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

Estimado Ingeniero,

Reciba un cordial saludo. De acuerdo con su solicitud de criterio técnico en relación con el informe emitido por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de "*Evaluación de la calidad de la mezcla asfáltica producida durante el 2023 en las plantas asfálticas de los proyectos de Conservación Vial, 2022CD-145 Mantenimiento Rutinario*", se presentan algunas observaciones en relación con los análisis realizados.

En primer lugar, resulta necesario aclarar para una mejor trazabilidad cuáles son las contrataciones y tipos de mezcla que se encuentran en evaluación, debido a que se menciona que el enfoque principal se relaciona con la contratación 2022CD-145 (mantenimiento rutinario) que suministra bacheo de urgencia (M41(D)), sin embargo, también se mencionan las contrataciones 2022CD-128 y 2022CD-149 (mantenimiento periódico) que suministran bacheo a profundidad parcial (M-41 (A2)), bacheo con mezcla asfáltica en caliente (M41(A)), pavimento bituminoso en caliente (M-45(A)) y pavimento bituminoso en caliente con polímeros (M-45 (E)), ya que incluir muestras de otros contratos cambia los resultados que se emiten en el informe.

Complementario a lo anterior, se considera que el estudio es realizado con una cantidad insuficiente de muestras que permita inferir el cumplimiento o no cumplimiento en los parámetros de evaluación, ya que esto cae en una generalización del comportamiento de las producciones de mezcla asfáltica en caliente de las plantas, las cuales despachan miles de toneladas diariamente para varios proyectos de Conservación Vial y con distintos tipos de mezcla asfáltica.

LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
Laboratorio, Control de Calidad de Materiales y Organismo de Inspección
Página Web: www.lgcingenieria.net
E-mail: info@lgcingenieria.net
Teléfono: 2270 - 5555
Laboratorio Acreditado: INTE-ISO/IEC 17025:2017, disponible en: www.eca.or.cr
Organismo de Inspección acreditado: INTE-ISO/IEC 17020:2012, disponible en: www.eca.or.cr

CARBONO INVENTARIO

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 13/37	

LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS

LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.

Así mismo, según el informe hay datos que reflejan variabilidades altas en los resultados, sin embargo, se destaca que los análisis son desde el punto de vista teórico con respecto a los diseños. Ya que también hay probabilidad de que produciendo en el rango central o en el contenido óptimo existan parámetros fuera de especificación, razón por la cual es que se evalúa la calidad del producto colocado.

Por otro lado, dentro de las muestras analizadas de las distintas plantas, se destaca la necesidad de estudiar como país los rangos de especificación de la variable de vacíos llenos de asfalto (VFA) ya que este parámetro volumétrico es el que presenta más restricciones al momento de analizar la mezcla.

Por último, se recomienda indicar la cantidad de muestras analizadas, como se mencionó anteriormente, se considera que las muestras dispuestas para el análisis son insuficientes para analizar y concluir con contundencia sobre las tendencias de los resultados de las plantas de producción de mezclas asfálticas en caliente.

Sin otro particular,

Se despide atentamente:

AMED ALDI BOLAÑOS (FIRMA)

Firmado digitalmente por AMED ALDI BOLAÑOS (FIRMA)
Fecha: 2024.04.22 17:01:20 -06'00'

Ing. Amed Aldi Bolaños
Director de Ingeniería
L.G.C. Ingeniería de Pavimentos
C/c Archivo

----------Última Línea----------

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

	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: 14/37	

3. Análisis del descargo

Análisis del descargo de informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0107-2023

Sobre el descargo del informe se debe reiterar que los hallazgos y observaciones descritos en el informe EIC-Lanamme-INF-0425-2024, se fundamentan en los análisis realizados por el equipo auditor de resultados de ensayos y de documentos de diseños.

Por lo tanto, es importante reiterar que como parte de las labores de fiscalización externa que competen al LanammeUCR conforme a la Ley 8114, la Auditoría Técnica, tiene como principal objetivo informar a la Administración de las circunstancias evidenciadas durante el estudio de auditoría, de modo tal que los hallazgos y observaciones contenidas en el informe representen oportunidades de mejora y de fortalecimiento, desde el punto de vista técnico y de gestión.

Aspectos generales del Oficio DVCS-01-2024-0090(0434)

Comentarios generales

En otro orden de ideas, en el informe del ente auditor indica:
"...Dos de los diseños evaluados (OJM20-14 y LGC-260) muestran un incumplimiento casi total (95% y 99%) en alguno de los parámetros de la metodología de diseño Marshall, por lo que no tuvieron que ser aceptados, tan siquiera presentados, ya que lo apropiado era volver a rehacerlos..."

Se les informa que este Departamento revisa los diseños de mezcla que remiten los diferentes contratistas de obra, diseños que son aprobados siempre y cuando todos sus resultados se encuentren dentro de los rangos establecidos por el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020.

En caso de que alguno de los resultados del diseño se encuentre en el límite de la banda superior o inferior de alguno de los rangos establecidos en el manual antes citado, este Departamento realiza la advertencia correspondiente a la empresa contratista, pero, siempre que los resultados del diseño se encentren dentro de los rangos establecidos por el Manual, este Departamento NO puede rechazar el diseño, aun cuando sus resultados se encentren en el límite de alguno de los rangos.

Si bien se entiende que el Departamento no puede rechazar definitivamente un diseño de mezcla por algún incumplimiento que se determine, sin embargo, sería conveniente que la Administración pudiera identificar el nivel de riesgo "teórico" que puede tener en mayor o menor grado, dicho diseño.

Es criterio de esta auditoría que aparte del acostumbrado resumen de contenido de asfalto ±0.5% incluido en los diseños de mezcla asfáltica, se debe presentar claramente la información en donde el contenido de asfalto alcanza cada uno de los límites de especificación de los parámetros de diseño, a saber, contenido de vacíos, VMA, VFA y polvo-asfalto. Con el fin que el Departamento de Verificación pueda determinar certeramente el riesgo teórico del diseño de mezcla.

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

O un su defecto, el Departamento de Calidad podría desarrollar alguna herramienta que permita valorar claramente el rango donde se cumplen los requisitos de especificación de cada uno de los parámetros, de forma que se identifique el riesgo del diseño en una escala del 0% al 100%.

Asfalto	Óptimo-0.5%	Óptimo-X.X%	Óptimo	Óptimo +X.X%	Óptimo+0.5%
Parámetro	Límite	Cumplimiento	Valor del Parámetro	Cumplimiento	Límite

Comentarios generales

No está demás informar al ente auditor que, los laboratorios de autocontrol realizan todos los días antes de iniciar la producción de MAC, todos los ensayos correspondientes para revisar el cumplimiento del diseño a utilizar y posteriormente realizar los ajustes correspondientes en la planta de producción, en caso de ser necesario.

Si bien se entiende que en parte los ensayos que ejecuta el autocontrol tienen como finalidad poder hacer los ajustes necesarios de los equipos de la planta para la producción del mismo día o de los siguientes, también hay que tener en cuenta que si un diseño demuestra un nivel de riesgo latente de incumplir un parámetro volumétrico (o más), posiblemente se refleje en la mezcla ese riesgo.

Además, hay que tener en cuenta que el laboratorio de control de calidad responde exclusivamente y especificamente al contratista. Por lo que la Administración debería tomar decisiones y análisis estadísticos de variabilidad del producto.

En bases de datos de años pasados se había visto materializado el riesgo teórico del parámetro VFA detectado en los diseños de mezcla.

Comentarios generales

Con relación a los diseños OJM29-14 y LGC-269, indicados por el ente auditor, este Departamento revisó en los formularios con los cuales revisamos y aprobamos los diseños y encontramos el diseño 29-14-2023, del cual se adjunta formulario que acredita que los resultados del diseño en cuestión se encuentran dentro de los rangos establecidos por el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020, motivo por el cual, este Departamento NO podía rechazar dicho diseño, ya que está cumpliendo con la especificación; ahora bien, con respecto al diseño 269 indicado por el ente auditor. no lo encontramos dentro de los formularios correspondientes.

El equipo auditor advierte que de acuerdo con el formulario con el que se revisa y se aprueban los diseños, el cual fue remitido al equipo auditor mediante el oficio DVCS-01-2024-0090 (0434) de descargo, el Departamento de Verificación de Calidad no tenía las herramientas suficientes para objetar el diseño de

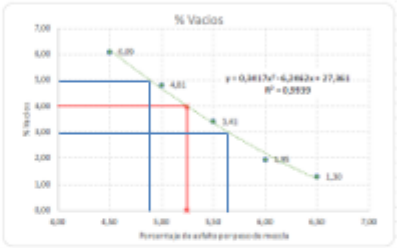
Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

mezcla emitido por el laboratorio OJM 29-14-2023. Sin embargo, al aplicar el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020 (y las especificaciones del cartel), que se menciona en el descargo, el rango especificado para la relación polvo asfalto debe estar entre 0,6 a 1,3.

Al evaluar la información y los resultados de ensayos incluidos en el mismo documento de diseño 29-14-2023 contra los criterios del CR2020, (sin la variante indicada en el cartel del oficio número LM-PI-1 52-2016 del 13 de octubre del 2016), se obtiene lo que se muestra en las siguientes tablas:

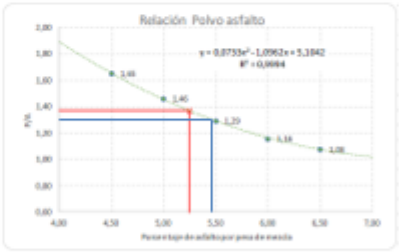
PARÁMETROS DE LA MEZCLA CON EL ÓPTIMO DE ASFALTO

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN	RANGO DE TRABAJO		
Contenido de asfalto sobre mezcla	%	4,75	5,25	5,75
G85 Pastillas	-	2,370	2,386	2,398
GEMT	-	2,506	2,485	2,466
Vacíos de aire	3,0%-5,0%	5,4	4,0	2,8
VMA	14% mínimo	14,8	14,5	14,5
VFA (0,3X10^6< ESALs)	65% - 75%	62,9	72,4	80,9
Razón polvo / asfalto	0,8 – 1,6	1,55	1,37	1,22
Estabilidad	8 000 N mínimo	15 085,1	13 719,2	13 889,0
Flujo	1,5 – 3,5 mm	2,89	2,80	2,95
% Asfalto efectivo	%	3,99	4,53	5,06



Vacíos	5,4%	5%	4%	3%	2,8%
Asfalto	4,75% (límite inferior)	4,88%	5,25% (Óptima)	5,64%	5,75% (límite superior)

VFA	62,9%	65%	72,4%	75%	80,9%
Asfalto	4,75% (límite inferior)	4,85%	5,25% (Óptima)	5,39%	5,75% (límite superior)

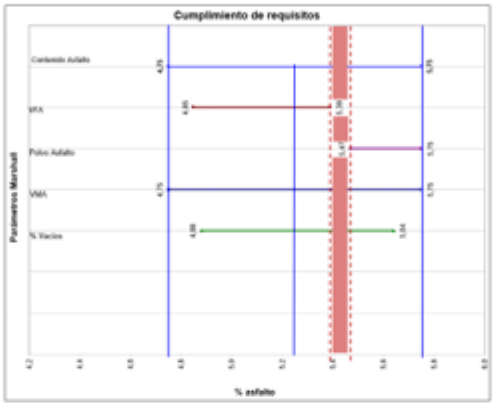


Polvo asfalto	1,55	1,37	1,30	1,22
asfalto	4,75% (límite inferior)	5,25% (Óptima)	5,47%	5,75% (límite superior)

Por lo que de acuerdo con el análisis se determina que el diseño aludido muestra un rango en el cual no se cumple simultáneamente el parámetro de VFA y la relación polvo asfalto, tal y como se ilustra en la siguiente figura. Lo que demuestra que el diseño mantiene una brecha de cumplimiento de los parámetros de diseño en el rango de contenido de asfalto de 5,39% a 5,47%.

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

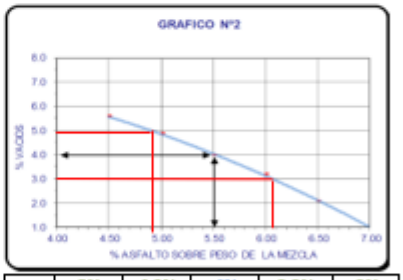
	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 17/37	



Por su parte si se evalúa la información del diseño 01-0269-2023 con los criterios del CR2020, (sin la variante indicada en el cartel del oficio número LM-PI-1 52-2016 del 13 de octubre del 2016), se obtiene lo que se muestra en las siguientes tablas:

PARÁMETROS DE LA MEZCLA CON EL PORCENTAJE ÓPTIMO DE ASFALTO

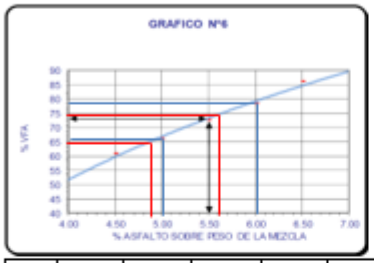
Parámetro	Unidad	Rango de trabajo		
		Óptimo -0.5 %	Óptimo	Óptimo +0.5 %
Contenido de asfalto	%	5.00	5.50	6.00
Contenido de vacíos	%	4.9	4.9	3.3
Vacíos en el agregado mineral (VMA)	%	14.3	14.5	14.7
Vacíos llenos con asfalto (VFA)	%	66	73	78
Relación polvo / asfalto	-	1.5	1.3	1.2
Estabilidad Marshall	kgf	1530	1490	1470
Flujo Marshall	cm/100	27.5	29.5	31.5
Gravedad específica	kg/m³	2.406	2.413	2.418
Asfalto absorbido	%	4.149	4.384	5.021
Gravedad específica bruta agregado grueso combinado	-	2.672	2.672	2.672
Absorción agregado grueso combinado	%	1.83	1.83	1.83
Gravedad específica bruta agregado fino	-	2.677	2.677	2.677
Absorción agregado fino	%	1.77	1.77	1.77
Gravedad específica bruta agregados combinados	%	2.674	2.674	2.674
Absorción agregados combinados	%	1.79	1.79	1.79
Gravedad específica máxima teórica	kg/m³	2.528	2.512	2.496



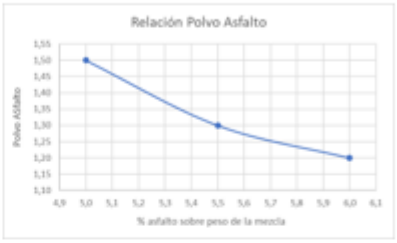
Vacios	5%	4,9%	4%	3,3%	3%
Asfalto	4,88%	5,0% (límite inferior)	5,5% (Óptimo)	6,0% (límite superior)	6,06%

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 18/37	

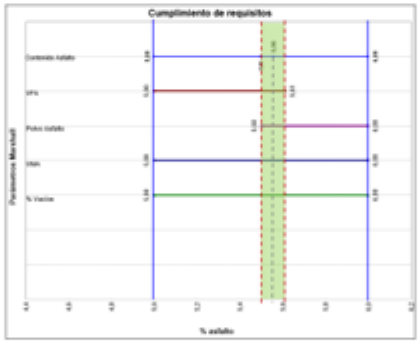


VFA	65,0%	66,5%	73,0%	75,0%	78%
Asfalto	4,88%	5,0% (límite inferior)	5,5% (Óptimo)	5,61%	6,0% (límite superior)



Polvo asfalto	1,55	1,30	1,2
asfalto	5,0% (límite inferior)	5,5% (Óptimo)	5,75% (límite superior)

Del análisis se determina que el diseño aludido muestra un rango de asfalto entre 5,50% a 5,61% en el cual se cumple simultáneamente el parámetro de VFA y la relación polvo asfalto, así como los demás parámetros tal y como se ilustra en la siguiente figura.



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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 19/37	

Con respecto al diseño LGC-269, se tiene que en correo del 20 de febrero de 2023 se adjunta el oficio DVCS-01-2022-0028 con fecha 20 de febrero de 2023 con el cual se informa de la aprobación del diseño N° Informe 01-0269-2023 realizado por el Laboratorio LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. para la empresa contratista Concreto Asfáltico Nacional S.A. (Conansa).

JC

JULIO CARVAJAL SABORIO <julio.carvajal@conavi.go.cr>

Aprobación de diseño Calle Blancos

Para Oscar Blanco

CC SANDRA ZUÑIGA BRENES; FRANCISCO GOMEZ VEGA; Victor Hugo Camacho Calvo

Si hay problemas con el modo en que se muestra este mensaje, haga clic aquí para verlo en un explorador web.

OFICIO DVCS-01-2022-0028 CONAVISA Diseño 12,5 mm.pdf 1 MB

724D DISEÑO MAC.pdf 1 MB

Buenos días

Se adjunta oficio con la aprobación del diseño correspondiente

En el mismo documento se le solicita una información a su representada, por lo que este Departamento queda a la espera de dicha información.

--

JULIO CARVAJAL SABORIO

Jefe del Departamento de Verificación de la Calidad

Tel: 22226428 | Cel: 87578154

Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

50 m este y 10 m norte de la rotonda Betania-Montes de Oca

julio.carvajal@conavi.go.cr

Cuida del medio ambiente.
Imprime en blanco y negro y sólo si es necesario.

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

	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: 20/37	

Consejo Nacional de Vialidad CONAVI

Gerencia de Conservación de Vías y Puentes
julio.carvajal@conavi.go.cr

Montes de Oca, 20 de febrero de 2023
DVCS-01-2022-0028
Página 1 de 2

Señor.
Oscar Brenes Quirós
Director Técnico
Concreto Asfáltico Nacional S.A.

ASUNTO: Respuesta al oficio CONANSA-GG-036-2023.

Estimado señor:

Con relación a la solicitud de aprobación del diseño de mezcla asfáltica en caliente N° 01-0269-2023 elaborado por LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., le indico que este Departamento ha determinado que el diseño en cuestión cumple con los requerimientos establecidos en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020. Por lo anterior se autoriza la utilización en su planta ubicada en Calle Blancos, con agregados de Quebrador Sarapiquí CONANSA.

Adjunto encontrará el informe 006-2023 mediante el cual se resume la revisión de los requerimientos establecidos en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020 y sus actualizaciones y de las Licitaciones de la Administración.

En lo que respecta al cumplimiento de las Licitaciones de la Administración, antes de iniciar la producción diaria bajo el diseño de mezcla aprobado por este medio, se debe contar con los volúmenes de agregados según se detalla en el Cuadro 1, los cuales se deben mantener en apilamientos debidamente diferenciados.

Cuadro 1: Volúmenes requeridos en apilamientos de abastecimiento para el diseño de mezcla asfáltica N° 01-0269-2023

Apilamiento	Agregados	Proporción según diseño	Volumen requerido en apilamiento de abastecimiento (m³)
Fina (polvo de piedra)	Quebrador Sarapiquí CONANSA	66%	1056
Intermedia (quintilla)		24%	384
Gruesa (cuartilla)		10%	160
		TOTAL	**1600**

COSTA RICA
Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr
mopt

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

	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: 21/37	

Consejo Nacional de Vialidad CONAVI

Gerencia de Conservación de Vías y Puentes
julio.carvajal@conavi.go.cr

Montes de Oca, 20 de febrero de 2023
DVCS-01-2022-0028
Página 2 de 2

Me permito recordarle que debe mantenerse una copia del diseño de mezcla vigente en la planta productora, así como una copia de este oficio y del documento de aprobación adjunto

Se le solicita informar a este Departamento por medio de ventanilla.unica@conavi.go.cr las zonas del país que su representada suministrará MAC de la planta ubicada en Calle Blancos, dicha información es necesaria, ya que este Departamento debe comunicar el presente documento y el diseño correspondiente a los ingenieros de zona de la Gerencia y al Organismo de Ensayo (laboratorio) que vaya a brindar los servicios de verificación en las zonas que recibirán dicha MAC.

Es del conocimiento de este Departamento que su representada suministra MAC a las zonas 2-1 Liberia y 2-3 San Cruz para los contratos de bacheo urgencia, contrataciones que se encuentran pronto a finalizar, motivo por el cual es importante tener claro las zonas a las que suministrará dicha planta, para los contratos de mantenimiento que se encuentran pronto a iniciar.

Quedamos a la espera de la información solicitada en los dos párrafos anteriores.

Atentamente,
JULIO CESAR CARVAJAL SABORIO (FIRMA)
Firmado digitalmente por JULIO CESAR CARVAJAL SABORIO (FIRMA)
Fecha: 2023.02.20 10:40:35 -06'00'

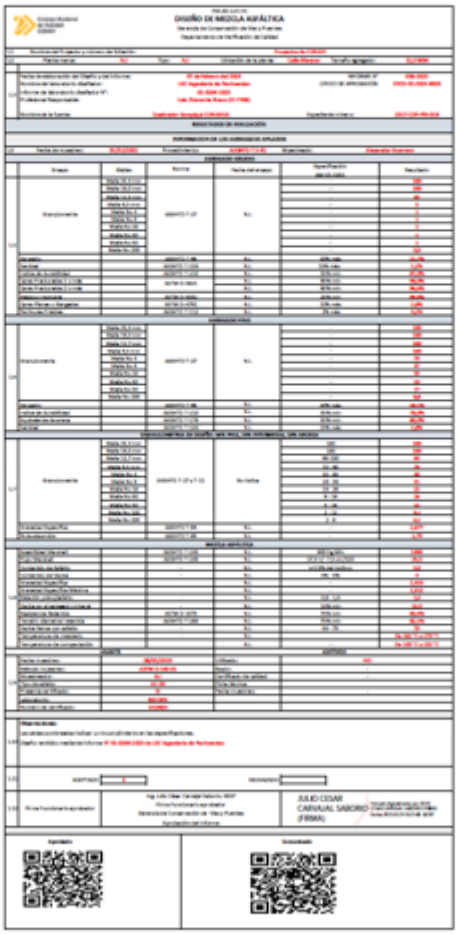
Julio César Carvajal Saborío, MAP.
Departamento de Verificación de la Calidad
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes
JCS

C Archivo/Copiador

COSTA RICA 2022-2026
Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr
mopt

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21 Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 22/37



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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 23/37	

Comentarios generales

Consideramos importante recordar el ente auditor que, en caso de que exista algún error humano y se apruebe un diseño que no debía aprobarse, el CONAVI cuenta con la evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago, el cual es un análisis estadístico que se realiza con los ensayos de verificación de la calidad a toda la MAC colocada en los diferentes frentes de trabajo.
Con el análisis realizado mediante la evaluación estadística del factor de pago, el CONAVI se garantiza que la MAC colocada en los diferentes frentes de trabajo, cumple con los requerimientos solicitados en cada uno de los carteles de licitación y para los casos que corresponda, se realizarán los rebajos correspondientes por calidad de la MAC colocada, esto dependiendo de los resultados del Factor de Pago.

Respecto al argumento empleado en el descargo indicando que en caso que se apruebe un diseño que no sea apto para la producción, y que la evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago se va a encargar de garantizar que la MAC va a cumplir con los requerimientos solicitados en cada uno de los carteles de licitación. Y que en aquellos casos que la mezcla sea de inferior calidad, se realizarán los rebajos correspondientes, con la posible implicación de una menor durabilidad.

Se hace la aclaración que la metodología estadística de pago no considera todos los parámetros de calidad del procedimiento de diseño de la mezcla asfáltica, ya que únicamente considera el contenido de vacíos, contenido de asfalto, relación polvo asfalto y tamaños granulométricos: 3/8, N°4, N°30 y N°200. Sin embargo, dicha metodología deja por fuera la valoración estadística de la variabilidad del parámetro VFA, el cual es el que ha demostrado ser el parámetro que muestra la mayor cantidad de incumplimiento en los diseños de mezcla. El aplicar este mecanismo de aceptación de los diseños refutados traslada completamente el riesgo del diseño, que asumió el laboratorio de control de calidad del contratista, a la Administración, ya que, aunque se castigue económicamente el producto recibido y colocado, la mezcla asfáltica aceptada es de menor calidad que la indicada en las especificaciones contractuales, y por ende con una menor probabilidad de durabilidad.

Comentarios generales

Posteriormente, en el punto 11. Recomendaciones del informe se indica:
"...A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Gerencia de **Conservación** de Vías y Puentes, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales en los proyectos que ejecuta esta dirección.
A la Gerencia de **Contratación**..."
El subrayado no es del original
Las dos palabras se subrayaron porque existe una incongruencia que debe ser corregida.

En efecto hay una incongruencia y se corrige en la versión final del informe de auditoría.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21 Versión: 1
	Consecutivo: Página: 24/37	

Oficio CT-19-04-2024-99 de Castro & De La Torre

Comentarios generales
La contratación en estudio no se trató de una "Licitación Pública" como se menciona en el informe, sino de la Contratación Directa 2022CD-00145-0006000001: "Mantenimiento rutinario, contingencias, mantenimiento básico de puentes y conservación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada", que está formada por 22 líneas (según el detalle correcto incluido en el Informe de Lanamme en la tabla 3. del apartado 8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO), con 6 contratistas diferentes y que han utilizado mezclas asfálticas producidas en al menos 8 plantas de mezcla asfáltica, ubicadas por todo el país. Se aclara que la Tabla 3. Zonas adjudicadas para cada contratista y planta suplidora (aunque dicha tabla no detalla las plantas suplidoras), hace mención a dos contrataciones directas de mantenimiento periódico y rehabilitación, que entre ambas contrataciones comprenden otras 22 líneas (contrataciones directas números 2022CD-00128-0006000001 y 2022CD-00149-0006000001), pero no hay claridad si el estudio comprende las 3 contrataciones o sólo una, como desde el título se menciona.

En el título que se indicó en el informe se incurrió en un error material al indicar que correspondía a la Contratación Directa 2022CD-000128-0006000001: "Mantenimiento rutinario, contingencias, mantenimiento básico de puentes y conservación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada", cuando en realidad correspondía a las contrataciones 2022CD-000128-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada" y 2022CD-000149-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada" por lo que para la versión final se corregirá ese error material. Por lo que el informe de auditoría se delimita solamente a estas 2 contrataciones.

Además, dos de las muestras incluidas en el informe de auditoría en versión preliminar corresponden a la contratación vigente de bacheo mediante la licitación 2022CD-000131-000600000" Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 2-4 Nicoya; Región Chorotega".

Comentarios generales
En dicha contratación en estudio (2022CD-00145-0006000001), sólo hay un renglón de pago que utiliza mezcla asfáltica y es el M-41(B) Bacheo de urgencia. Para ese renglón de pago, los contratistas utilizan mezcla asfáltica de 12,5 mm de tamaño máximo nominal y no de 19 mm como también se incluyó en el estudio realizado.

En efecto, la contratación mencionada (e indicada en el informe por un error material) no se consideró el uso de mezcla asfáltica de 19mm. Sin embargo, las 2 muestras de mezcla asfáltica de bacheo incluidas en el informe de auditoría en versión preliminar, corresponden a la contratación vigente de bacheo mediante la licitación 2022CD-000131-000600000" Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 2-4 Nicoya; Región Chorotega".

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

	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: 25/37	

Comentarios generales

Dos de las plantas productoras de mezcla asfáltica en las cuales se recopilaron evidencias, sea las plantas MAC: HS Guápiles y Pedregal Nicoya, nunca han producido mezcla asfáltica para la contratación en estudio (sea una contratación o las tres mencionadas en el apartado 1. de este criterio). Para la fecha de los muestreos realizados por Lanamme en la planta Meco ubicada en la Uruca (8 y 9 de febrero 2023 y 29 de marzo de 2023) y en Conansa, Calle Blancos (8 de febrero de 2023), no se registra que estuvieran vigentes los proyectos de la contratación en estudio (Contratación Directa 2022CD-00145-0006000001) y por tanto no hay resultados de Verificación de Calidad asociados a dichos días de producción. Por ejemplo, la orden de inicio de la Contratación Directa N°. 2022CD-000142-0006000001, para la ejecución del proyecto: Servicios de verificación de calidad de materiales en proyectos de CONAVI de la Red Vial Nacional Pavimentada, Línea 4, Ensayo de materiales, a cargo de Castro & de la Torre fue el 1 de abril de 2023, fecha posterior a 5 de los 9 muestreos realizados por Lanamme. De las 9 muestras de mezcla asfáltica que corresponden a las evidencias, sólo dos muestras (el 22%) se tomaron cuando la contratación en estudio había dado inicio.

Teniendo presente que, por un error material, se indicó que el informe de auditoría correspondía a la contratación 2022CD-00145-0006000001, cuando en realidad corresponde a las licitaciones 2022CD-000128-0006000001 y 2022CD-000149-0006000001. Por lo que se hace una comparación de las fechas de muestreo de las mezclas incluidas en el informe con relación a las fechas de los contratos, obteniéndose la información que se presenta en la siguiente tabla.

2022CD-000149-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada

Línea	Zona	Contratista	Fecha de contrato	Planta	Muestreo	Días	Planta	Muestreo	Días
1	1-1 San José	MECO S.A.	6/3/2023	Meco	8/2/2023	-26	Meco	29/3/2023	23
2	1-2 Puriscal	MECO S.A.	6/3/2023		8/2/2023	-26		29/3/2023	23
9	1-9 Heredia	MECO S.A.	6/3/2023		8/2/2023	-26		29/3/2023	23
11	2-2 Cañas Upala	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	28/2/2023	Bagaces	25/5/2023	86	C.Blancos	30/3/2023	30
14	3-1 Puntarenas	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	28/2/2023		25/5/2023	86		30/3/2023	30
15	3-2 Quepos	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	28/2/2023		25/5/2023	86		30/3/2023	30

2022CD-000128-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"

Línea	Zona	Contratista	Fecha de contrato	Planta	Muestreo	Días	Planta	Muestreo	Días
10	2-1 Liberia	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	17/2/2023	Bagaces	25/5/2023	97	C.Blancos	30/3/2023	41
12	2-3 Santa Cruz	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	17/2/2023		25/5/2023	97		30/3/2023	41
13	2-4 Nicoya	Concreto Asfáltico Nacional S.A.	17/2/2023		25/5/2023	97		30/3/2023	41
19	5-1 Guápiles	MECO S.A.	27/1/2023	Meco Febrero	8/2/2023	12	Meco Marzo	29/3/2023	61
20	5-2 Limón	MECO S.A.	27/1/2023		8/2/2023	12		29/3/2023	61
4	1-4 Alajuela Sur	MECO S.A.	23/2/2023		8/2/2023	-15		29/3/2023	34
5	1-5 Alajuela Norte	MECO S.A.	23/2/2023		8/2/2023	-15		29/3/2023	34
6	1-6 San Ramón	MECO S.A.	23/2/2023		8/2/2023	-15		29/3/2023	34
21	6-1 Ciudad Quesada	Constructora Herrera	9/2/2023	S.C	2/5/2023	82			
22	6-2 Los Chiles	Constructora Herrera	9/2/2023		2/5/2023	82			

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

De la información presentada en la tabla se puede determinar que para 7 de las 9 muestras de mezcla asfáltica tomadas, varios contratos de las licitaciones 128 y 149 se encontraban activos, al menos 12 días antes, hasta 97 días antes. Por lo que se puede concluir que para las muestras que se tomaron durante el año 2023 y que se enlistan en el siguiente cuadro, estaba vigente alguna de las contrataciones indicadas, tal como se indica en la última columna.

Planta	Destino	Muestra	Fecha	Cartel
CONANSA Bagaces	(Nicoya, ruta No.150, zona 2-4)	0851-2023	25/5/2023	128 (1)
CONANSA Calle Blancos	(Guanacaste)	0517-2023	30/3/2023	128 ó 149 (2)
Constructora Herrera	(ruta 4, sector muelle-tanque)	0713-2023	2/5/2023	128
MECO Uruca	(No indagado)	0511-2023	29/3/2023	128 ó 149
MECO Uruca	(Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0182-2023	8/2/2023	128
MECO Uruca	(Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0192-2023	9/2/2023	128
MECO Uruca	(Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0197-2023	8/2/2023	128

(1) 2022CD-000128-0006000001 "Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"
(2) 2022CD-000149-0006000001 "Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"

Comentarios generales
Considerando que el objetivo general del estudio es 1. Valorar de forma general la calidad de la mezcla asfáltica producida por los diversos contratistas, para ser utilizada en los procesos de conservación vial aplicados por el CONAVI durante el 2023, 2. Evaluar la calidad del producto final obtenido en el proceso de producción de mezcla asfáltica mediante ensayos Marshall y ensayos de desempeño, y 3. Análisis y valoración del diseño de mezcla utilizado por la planta para la producción de mezcla asfáltica, haber utilizado únicamente 9 muestras de mezcla asfáltica, de las cuales sólo 2 muestras están relacionados con la ejecución de la Contratación Directa No. 2022CD-00145-0006000001, a todas luces no alcanzan para poder cumplir con dichos objetivos y tampoco para llegar a conclusiones relevantes que son las requeridas en cualquier informe de Auditoría Técnica de Lanamme, máxime cuando dichos informes se conocen hasta en la Contraloría General de la República, Poder Ejecutivo (MOPT y Ministerio de la Presidencia), Poder Legislativo y a nivel de opinión pública. No hay evidencia de que se hayan realizado ensayos de desempeño, aunque los mismos no aplican para la contratación en estudio, pero dicho concepto se menciona dentro de los objetivos del estudio.

En efecto en el informe de auditoría en versión preliminar no hay evidencia relacionada con los ensayos de desempeño, debido a que no se incluyeron ensayos de deformación permanente, fatiga o efecto de la humedad como parte de los análisis de las mezclas asfálticas analizadas en el informe. Por lo que se procederá a ajustar lo indicado en el objetivo número 2 en la versión final del informe.

Es importante aclarar que el propósito del informe, y la toma de muestras por parte de la Unidad de Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tiene como finalidad cumplir la función del autocontrol, ni de la verificación de calidad, por lo que los resultados de ensayo analizados no pretenden ser un dictamen final de la calidad, sino un insumo para que la Administración analice los resultados obtenidos por el LanammeUCR y tenga una referencia del orden de magnitud de los parámetros analizados.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 27/37	

Hay que hacer hincapié que la totalidad de la mezcla asfáltica que se produce en el país debe cumplir algunos parámetros volumétricos, independientemente de la planta de producción de procedencia u origen de los agregados, dichos parámetros son: porcentaje de vacíos, VMA y relación polvo asfalto; en tanto la granulometría y el parámetro VFA se definen considerando el tamaño granulométrico de la mezcla (TMN 12mm ó 19mm) y finalmente el contenido de asfalto (óptimo ± 0,5%) depende propiamente del diseño de mezcla establecido por el contratista.

Es por esta razón que se realiza una comparación de forma general de las 9 muestras de mezcla asfáltica de los parámetros comunes que se mencionaron anteriormente, clasificándolas por tamaño sea TMN 12mm ó TMN 19mm. Similar análisis se realizó para la granulometría y para el contenido de asfalto (óptimo ± 0,5%).

Lo que inicialmente se pretendía con el análisis global, es precisar el comportamiento generalizado de los parámetros comunes de la mezcla asfáltica de la producción realizada durante el año 2023, de modo que brinden una mirada al comportamiento de forma generalizada. Sin embargo, para efectos de no incidir en una interpretación errónea de la totalidad de la producción de mezcla asfáltica del año indicado, el análisis se adecua de forma individual de cada centro de producción, y no se determina un porcentaje global de cumplimiento.

Comentarios generales

Con respecto al Hallazgo 1. Hay un error grueso de concepto al estimar el porcentaje de incumplimiento de las granulometrías, máxime que se incluyeron unas plantas de MAC que no están produciendo mezcla asfáltica para los 22 contratos de la contratación en estudio, además de 5 muestras de MAC en fechas anteriores al inicio de la contratación en estudio. Igualmente, no se entiende a qué se refiere ese porcentaje de incumplimiento y lo que se pretende resaltar, combinando resultados de diferentes plantas de producción, lo que no tiene ningún sentido.

Para mejor aclarar, a continuación, se incluyen los requerimientos granulométricos aplicables contractualmente:

Tabla No. 3.2.1. Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente. (Fuente CR 2010)

Porcentaje pasando por peso. Tamaño máximo nominal										
Malla	37,5 mm		25 mm		19 mm		12,5 mm		9,5 mm	
	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia
50,0 mm	100	---	x	x	x	x	x	x	x	x
37,5 mm	90 - 100	± 5	100	x	x	x	x	x	x	x
25,4 mm	75 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	x	x	x	x	x
19,0 mm	---	---	72 - 92	± 5	90 - 100	± 5	100	x	x	x
12,7 mm	42 - 65	± 5	60 - 80	± 5	68 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	x
9,5 mm	x	x	50 - 70	± 5	56 - 80	± 5	70 - 90	± 5	90 - 100	± 5
Nº 4	22 - 35	± 4	30 - 39	± 4	35 - 57	± 4	45 - 65	± 4	55 - 75	± 4
Nº 8	15 - 23	± 4	19 - 27	± 4	23 - 35	± 4	28 - 39	± 4	32 - 47	± 4
Nº 16	8 - 15	± 4	11 - 18	± 4	14 - 22	± 4	16 - 26	± 4	19 - 31	± 4
Nº 30	5 - 12	± 4	7 - 14	± 4	9 - 17	± 4	9 - 19	± 4	11 - 23	± 4
Nº 50	3 - 10	± 4	4 - 11	± 4	6 - 14	± 4	5 - 16	± 4	7 - 19	± 4
Nº 200	0 - 6	± 2	1 - 7	± 2	2 - 8	± 2	2 - 8	± 2	2 - 10	± 2

Notas:
1) La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la fórmula de mezcla para trabajo, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta.
2) La verificación de la granulometría de la mezcla producida, se efectuará de acuerdo con la norma de ensayo AASHTO T 30 / INTE C13 / ASTM D5444. Alternativamente, para la verificación de la granulometría de la fórmula de la mezcla para trabajo, se podrá utilizar agregado proveniente de la banda transportadora en plantas mezcladoras de tambor, de las tolvas calientes en plantas de dosificación. El agregado será utilizado de acuerdo con las normas de ensayo AASHTO T11 / INTE C49 / ASTM C117 y AASHTO T27 / INTE C46 / ASTM C136.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 28/37	

Como se mencionó anteriormente, en la mezcla asfáltica se han definido una serie de características, que independientemente del origen de la planta de producción o de la fuente de los materiales, son comunes y están establecidas internacionalmente en la metodología Marshall, siendo estas: porcentaje de vacíos, VMA y relación polvo asfalto; en tanto que la granulometría y el parámetro VFA se establecen de acuerdo al tamaño de los agregados de la mezcla (TMN 12mm ó 19mm). Por su parte el contenido de asfalto (óptimo ± 0,5%) depende específicamente del diseño de mezcla establecido por el contratista.

Por lo que el concepto que se argumenta en el descargo de que existe un "error grueso" no se comparte por parte del equipo auditor ya que la comparación que se pretende de los parámetros comunes, a nivel global, es posible.

En cuanto al porcentaje de incumplimiento de las granulometrías se determina en forma general para cada uno de los tamaños de los agregados de la mezcla (TMN 12mm ó 19mm), ya que se cumple la misma premisa anteriormente mencionada. Independientemente de la planta de producción, fuente de los agregados o metodología de triturado, las granulometrías de las mezclas deben cumplir una especificación establecida de % pasando. Con base en esta premisa es que se valoran los resultados granulométricos (TMN 12mm ó 19mm) como un todo.

De igual manera para los parámetros comunes se realiza un análisis de forma general aplicando análisis estadísticos para determinar un comportamiento global en cada uno de estos parámetros. Además, se realiza una relación matemática simple de valores que traspasan el requisito cartelario contra la totalidad de resultados.

Sin embargo, con la finalidad de no sesgar la opinión, causar confusión o inducir a deducciones inadecuadas con el análisis estadístico de forma generalizada de los resultados de las mezclas asfálticas con procedencia de diferentes centros de producción, se procederá a cambiar los análisis incluidos en el cuerpo del informe a un análisis matemático simple de cocientes relacionados al total de muestras analizadas.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 29/37	

Comentarios generales

Con respecto al Hallazgo 2. de los ensayos de verificación de calidad, no tenemos evidencia de que resultados de esa mezcla asfáltica producida en la planta MAC Conansa ubicada en Bagaces el día 25 de mayo de 2023 (muestra No. 0851-2023), que en contenido de asfalto estén por debajo del límite inferior aplicable (Porcentaje Total de la Mezcla PTM). Claro que el valor de Lanamme se complementa con un alto nivel de vacíos de la mezcla (vacíos Marshall), lo cual tiene total congruencia técnica. Los resultados de verificación de calidad reportaron un PTM de 5,5% y vacíos de la MAC de 5%, ambos cumpliendo con la especificación técnica aplicable. A continuación, se adjuntan los resultados de verificación de calidad del día 25 de mayo 2023, ensayos a cargo de Castro & De la Torre, S.A., aunque no se registran actividades de bacheo de urgencia relacionados con la contratación en estudio para ese día en específico.

PLANTA MAC CONANSA UBICADA EN BAGACES/REGION CHOROTEGA/CONANSA

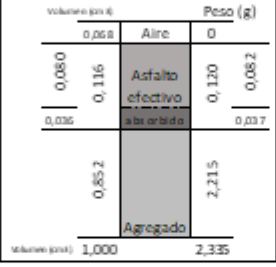
			fecha 25-may-23	Unidades
Diseño: LGC-01-0317-2023				
Especificación/tolerancia	MIN	MAX		
% asf. sobre el agregado	5,79%	6,79%	5,8	%
% asf. sobre la mezcla	5,40%	6,40%	5,5	%
Granulometria (mm)	% PAS	% PAS		
37,5	100	100	100	%
25,0	100	100	100	%
19,0	100	100	100	%
12,5	90	97	92	%
9,50	70	80	80	%
4,75	45	58	48	%
2,36	31	39	31	%
1,18	19	26	20	%
0,60	13	19	15	%
0,30	9	16	10	%
0,075	4,4	8,0	4,9	%
Estabilidad	800 kgf min.	N/A	1313	kgf
Flujo	20 (1/100) cm	35 (1/100) cm	31	(1/100) cm
Gravedad Max. Teórica	N/A	N/A	2,480	g/ml
Gbs. especimenes Marshall	N/A	N/A	2,355	g/ml
Vacios Marshall	3%	5%	5,0	%

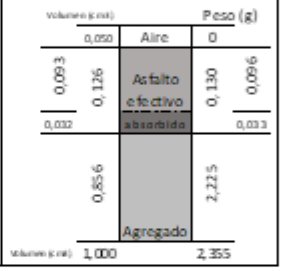
Los resultados indicados por el laboratorio de verificación de calidad, en comparación con el Lanamme, son bastante similares en cuanto a los parámetros Gbs especímenes Marshall, estabilidad y flujo. En cuanto al contenido de asfalto (PTM) el resultado del Lanamme efectivamente -como se comenta en la respuesta- se ubica por debajo del rango estipulado para el diseño de 5,4% a 6,4%, estableciendo un 0,38% de diferencia entre los resultados. No obstante, el parámetro que determina una diferencia considerable entre ambos laboratorios es el resultado de la máxima teórica (tal como se observa en la siguiente figura), lo cual incide directamente en el contenido de vacíos.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 30/37	

Parámetro	Lanamme	LCG
Asfalto (PTM)	5,12	5,5
Gbs	2,335	2,355
Gmax	2,505	2,480
Vacíos	6,8	5,0
Estabilidad	1053	1313
Flujo	30	31
VMA	15,1	ni
VFA	55,1	ni
Polvo/asfalto	1,47	ni





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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 31/37	

Comentarios generales

Hallazgo 3. Según el cartel de la contratación en estudio, "La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,6. De conformidad con el oficio número LM-PI-1 52-2016 del 13 de octubre del 2016, emitido por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz No. 200 dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla", por lo que utilizar un valor máximo de 1,3 es un error grueso. Igualmente, vemos que la especificación utilizada para VFA fue de 65-75 y la pregunta es por qué no 65-78 ó 70-80, si eso está relacionado con la cantidad de ejes equivalentes estimados para un período de 20 años. Para un bacheo de urgencia no vemos que tenga mucho sentido dicha especificación, independientemente del rango. Sobre el incumplimiento del contenido de vacíos de la mezcla asfáltica de la planta Conpasa, Bagaces muestreada el 25 de mayo de 2023 (CB 0851-2023), efectivamente el valor de vacíos en la mezcla asfáltica obtenido por LanammeUCR es congruente con el contenido de asfalto obtenido (PTM), y sobre este punto, ya nos referimos en el punto 7.

La normativa a nivel internacional y la metodología de diseño Marshall establece que para que una mezcla asfáltica tenga un adecuado equilibrio entre los materiales que conforman el material de mastic (asfalto + material de filler) y esta no presente problemas de deformación plástica durante su operación debe delimitarse la presencia del asfalto efectivo y la cantidad de material pasando la malla 200 a una relación entre 0.6 y 1.3. Es por esta razón que se utilizó dicho valor en la versión preliminar del informe de auditoría. Aunado a que este rango está asociado a la forma de densificación que se les da a los especímenes de laboratorio, ya que para el caso de una relación polvo asfalto de 1,6 se deben aplicar 50 golpes en la metodología Marshall.

Sin embargo, de acuerdo con lo establecido en las especificaciones de los carteles de licitación 2022CD-000128-0006000001 y 2022CD-000149-0006000001 en la sección 5.1. Requisitos para la mezcla asfáltica en caliente, donde se establece "La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,6" se ajustará la revisión de cada uno de los diseños de mezcla al cumplimiento de este valor. No obstante, se hace hincapié que la aceptación de este aumento en el límite superior (pasando de 1.3 a 1.6) ha implicado un aumento entre 1% a 2% en la cantidad de material pasando la malla 200, y una disminución en la cantidad de contenido de asfalto optimo en los diseños, por ende, menor cantidad de asfalto efectivo en la mezcla asfáltica.

En el análisis realizado en el informe en versión preliminar se utilizó la especificación de VFA de 65-75 la cual corresponde a una cantidad igual o superior a 3 millones de ejes equivalentes [EE] (estimados para un período de 20 años). Se utiliza dicho rango debido a que la mayoría de las carreteras en Costa Rica tienen una cantidad de tránsito promedio diario (TPD) alta, por lo que muchas de estas clasificarían dentro de esta categoría, a pesar que los períodos estimados de utilidad de las capas asfálticas en el país son de un tiempo corto (1 a 5 años).

En cuanto a la afirmación mencionada de "Para un bacheo de urgencia no vemos que tenga mucho sentido dicha especificación, independientemente del rango" se debe aclarar que la aplicación de las mismas especificaciones para la mezcla asfáltica utilizada para bacheo, la administración no hace ninguna diferenciación en la calidad del material a utilizar ya sea para carpeta asfáltica, bacheo a profundidad, bacheo formal o bacheo de emergencia por lo que se aplican los mismos valores establecidos en los carteles de licitación. Si bien es cierto la técnica de bacheo de urgencia conduce a que el material tenga una menor

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

duración en el sitio de colocación, también es cierto que las técnicas de bacheo a profundidad y bacheo formal son similares a la colocación de carpeta asfáltica, aunado al hecho de que se ha extendido la práctica a "bachear" un alto porcentaje de las carpetas asfálticas con esta técnica de aplicación. Por lo que este equipo auditor sí considera que se deben aplicar las especificaciones de calidad de la mezcla asfáltica, como si se tratase de una carpeta de ruedo.

Comentarios generales
Hallazgo 4. que establece que los diseños de mezcla utilizados en la producción de mezcla asfáltica tienden a mostrar algún incumplimiento en los parámetros volumétricos de diseño, en el rango de trabajo del contenido de asfalto propuesto para la producción, en realidad lo que muestran es un riesgo "teórico" a presentar incumplimientos. Lo anterior por cuanto en ese análisis sólo se analizó para la graduación de diseño, cuando existen MÚLTIPLES posibilidades de combinaciones granulométricas, aún dentro del rango de tolerancias establecido, lo que hace que la situación analizada corresponda a una limitación, y "teóricamente" el riesgo a presentar incumplimiento podría ser aún mayor. Insistimos en que esto es una premisa "teórica", pues en la producción a escala real de mezcla asfáltica no se han registrado mayores desviaciones o incumplimientos a las especificaciones o rangos de tolerancia establecidos, lo que nos lleva a concluir es que ese diseño es una guía para la producción de mezcla asfáltica, pero dadas las condiciones reales de producción de mezcla asfáltica, se puede cumplir con las especificaciones técnicas aplicables, aún con el potencial riesgo "teórico" determinado en el análisis realizado por Lanamme. La anterior afirmación es validada a partir de los resultados de verificación de calidad obtenidos durante el plazo de los servicios brindados al Consejo Nacional de Vialidad. Sería muy interesante valorar, cómo enlazan los resultados de LanammeUCR dentro de los diseños analizados, pues hubo muestras ensayadas que presentan todos los resultados dentro de especificaciones técnicas y rangos de tolerancia establecidos, lo que podría llevar a concluir, que efectivamente el riesgo de incumplimiento es "teórico", o sea a escala de laboratorio.

El equipo auditor tiene claro que cuando se plantea un diseño de mezcla a escala de laboratorio el riesgo aún no se ha materializado. Sin embargo, a pesar de las múltiples combinaciones que se puedan presentar en la curva granulométrica tal como se señala en el descargo, el Diseño de Mezcla, mediante la metodología de diseño empleada, busca identificar el contenido óptimo de asfalto, utilizando específicamente la granulometría de diseño, y las potenciales variaciones en cada uno de los extremos del rango de asfalto establecido con el contenido óptimo ± 0,5%. Sin embargo, la metodología de diseño no contempla un análisis de sensibilidad de la potencial variación de la curva granulométrica resultante de la combinación de los agregados, con relación a la tolerancia a la especificación de granulometría. El tomar en cuenta estas posibles variantes en el proceso de diseño de mezcla podría ser un aspecto sumamente engorroso.

La aplicación de la metodología de diseño permite conocer de antemano, y de una forma estandarizada, el nivel de riesgo existente en cada uno de los diseños que son planteados por los laboratorios que efectúan dicha proposición, siendo como se menciona en el descargo una guía para la Administración del potencial riesgo que estaría asumiendo durante el proceso de aprobación de los diseños de mezcla.

Bajo la premisa que, durante el proceso de producción, se podrían presentar infinitas combinaciones granulométricas de cada una de las fracciones pétreas que se utilizan durante el proceso de producción, la metodología de diseño establece precisar una "fórmula de trabajo", como un mecanismo de control de esa variabilidad que puede existir en los materiales granulares durante los procesos de explotación y triturado. A

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

nivel internacional se considera, que variaciones dentro de un margen del 5%, en alguna de las fracciones granulométricas, no afectaran el cumplimiento del diseño de mezcla propuesto. Por ello se busca que, desde la concepción del diseño de mezcla, este se encuentre adecuadamente centrado y sin incumplimientos de los parámetros volumétricos en los extremos del ámbito permisible de asfalto (óptimo ± 0,5%). Para que las posibles variaciones que se van a suscitar en la curva granulométrica y en la dosificación de asfalto, durante la fase de producción no afecten significativamente la calidad final del producto fabricado.

Comentarios generales

En general, nos parece conveniente realizar estudios tendientes a ~~tropicalizar~~ las especificaciones técnicas inherentes a las propiedades volumétricas de las mezclas asfálticas (VFA, VMA y P/A). Las condiciones de variabilidad de los agregados de nuestro país, específicamente en los valores de gravedad específica bruta (~~Gbs~~) y % de absorción, hace necesaria dicha revisión y adaptación. Para el cálculo de dichos valores es mandatorio obtener valores reales de ~~Gbs~~ y % absorción de los agregados de trabajo y el ~~Gbs~~ del cemento asfáltico, a efecto de tener valores reales de dichos parámetros volumétricos. Para plantas de baches, dichos valores de los agregados deberían determinarse a partir de una muestra tomada de un bache seco y en las plantas continuas, podría ser a partir de muestreos de agregados combinados realizados en faja transportadora antes de entrar al quemador, con la limitación de que los resultados podrían diferir de los reales por no haber pasado por dicho componente de la planta de producción.

Se comparten los criterios emitidos en el descargo, donde se manifiesta que las propiedades volumétricas VFA, VMA y P/A se ven afectadas por los valores de la gravedad especifica y absorción de los agregados, así como la forma en cómo se realiza el ensayo.

El lugar donde se obtiene el agregado debería ser el más representativo de la combinación granulométrica de la mezcla asfáltica.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: Página: 34/37	

Aspectos generales Oficio 0395-2024 de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Comentarios generales
En primer lugar, resulta necesario aclarar para una mejor trazabilidad cuáles son las contrataciones y tipos de mezcla que se encuentran en evaluación, debido a que se menciona que el enfoque principal se relaciona con la contratación 2022CD-145 (mantenimiento rutinario) que suministra bacheo de urgencia (M41(D)), sin embargo, también se mencionan las contrataciones 2022CD-128 y 2022CD-149 (mantenimiento periódico) que suministran bacheo a profundidad parcial (M-41 (A2)), bacheo con mezcla asfáltica en caliente (M41(A)), pavimento bituminoso en caliente (M-45(A)) y pavimento bituminoso en caliente con polímeros (M-45 (E), ya que incluir muestras de otros contratos cambia los resultados que se emiten en el informe.

Del total de las muestras incluidas en el informe, 7 de estas corresponden a las licitaciones 2022CD-000128-0006000001 y 2022CD-000149-0006000001, ambos de mantenimiento periódico y rehabilitación. También se incluyeron un par de muestras de bacheo por urgencia que corresponden al contrato 2022CD-000131-000600000. Por un error involuntario en el título de la versión preliminar del informe que se emitió se indicó de forma equivocada que las muestras correspondían a la Contratación Directa 2022CD-000128-0006000001

Comentarios generales
Complementario a lo anterior, se considera que el estudio es realizado con una cantidad insuficiente de muestras que permita inferir el cumplimiento o no cumplimiento en los parámetros de evaluación, ya que esto cae en una generalización del comportamiento de las producciones de mezcla asfáltica en caliente de las plantas, las cuales despachan miles de toneladas diariamente para varios proyectos de Conservación Vial y con distintos tipos de mezcla asfáltica.

Se hace la aclaración que las muestras que se presentan en los informes de auditoría técnica como parte del proceso de fiscalización no tienen como finalidad cumplir la función del autocontrol, ni de la verificación de calidad, por lo que los resultados de ensayo analizados no pretenden ser un dictamen final de la calidad, sino un insumo para que la Administración analice los resultados obtenidos por el LanammeUCR y tenga una referencia del orden de magnitud de los parámetros analizados.

Se comprende que una muestra no representa la totalidad de las producciones de mezcla asfáltica de cada una de las plantas de producción de mezcla asfáltica. Sin embargo, como se indicó anteriormente, existen parámetros comunes para la valoración de cualquier tipo de mezcla asfáltica, sin importar la fuente de los agregados o el centro de producción. Es por ello, que se podría realizar la valoración de forma generalizada de esas cualidades comunes para tener una referencia del comportamiento global.

Sin embargo, ya que los laboratorios de verificación de calidad solicitan no analizar los datos como un todo, se toma en consideración dicha solicitud y se hace un análisis simple.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 35/37	

Comentarios generales

Así mismo, según el informe hay datos que reflejan variabilidades altas en los resultados, sin embargo, se destaca que los análisis son desde el punto de vista teórico con respecto a los diseños. Ya que también hay probabilidad de que produciendo en el rango central o en el contenido óptimo existan parámetros fuera de especificación, razón por la cual es que se evalúa la calidad del producto colocado.

Si bien es cierto que aun produciendo en el contenido óptimo o en el rango del contenido óptimo ± 0,5% existe la posibilidad que un parámetro incumpla, esta probabilidad se hace más manifiesta cuando un diseño de mezcla, desde su concepción evidencia un alto riesgo de incumplimiento. Por lo que los incumplimientos de los parámetros serán más constantes. En tanto con un diseño bien concebido y equilibrado, con un bajo nivel de riesgo de incumplir algún parámetro, en los límites del rango óptimo ± 0,5%, la probabilidad de incumplimientos durante el proceso productivo, se reducirá drásticamente.

La mezcla asfáltica producida se evalúa de forma diaria para asegurar la calidad del producto fabricado. Además, hay que tener en cuenta que el nivel de riesgo de no poder cumplir los parámetros se ve desde que se plantea el diseño de mezcla, con el que a futuro se va a producir el producto. Por lo que entre mayor sea el riesgo inicial del diseño, la probabilidad de que se materialice

Por otro lado, los diseños de mezcla han venido perdiendo importancia en los últimos años debido a que algunos centros de producción llevan muchos años fabricando la mezcla asfáltica, con los agregados de la misma fuente, así como el uso de una combinación granulométrica invariante, por lo que los diseños de mezcla asfáltica han sido similares a lo largo de los años. Esto ha permitido que el producto manufacturado sea muy conocido por el operador de planta, favoreciendo una producción estable de mezcla asfáltica en los parámetros de pago: contenido de vacíos.

Comentarios generales

Por otro lado, dentro de las muestras analizadas de las distintas plantas, se destaca la necesidad de estudiar como país los rangos de especificación de la variable de vacíos llenos de asfalto (VFA) ya que este parámetro volumétrico es el que presenta más restricciones al momento de analizar la mezcla.

Compartimos la inquietud que se manifiesta en el descargo, en cuanto a realizar un análisis de la incidencia del parámetro volumétrico de vacíos llenos de asfalto (VFA) en el proceso de diseño de mezcla.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 36/37	

Comentarios generales

Por último, se recomienda indicar la cantidad de muestras analizadas, como se mencionó anteriormente, se considera que las muestras dispuestas para el análisis son insuficientes para analizar y concluir con contundencia sobre las tendencias de los resultados de las plantas de producción de mezclas asfálticas en caliente.

De la cantidad total de las muestras incluidas en el informe, 7 corresponden a mezcla asfáltica de las licitaciones 2022CD-000128-0006000001 y 2022CD-000149-0006000001, ambas contrataciones de mantenimiento periódico y rehabilitación. También se incluyeron un par de muestras de bacheo por urgencia que corresponden al contrato 2022CD-000131-000600000.

Como se mencionó anteriormente, las conclusiones a las que llega el equipo auditor en el informe en versión preliminar no corresponden a un dictamen final de calidad, debido a que solamente se pudo obtener una o dos muestras de mezcla asfáltica, de algunos de los centros de producción que se mantuvieron activos. Lo cual a todas luces no representa, ni la producción mensual, mucho menos la producción del periodo de estudio.

Dicho análisis, lo que representa es un comportamiento global de las muestras analizadas, y como se ha indicado anteriormente, en los parámetros cartelarios de común aplicación según TMN del agregado, para todas las mezclas que se produzcan a nivel nacional, siendo estos: contenido de vacíos, VFA y relación polvo asfalto. Así como la especificación granulométrica, según el TMN que corresponda, a saber 12 mm o 19 mm.

Sin embargo, se acepta el argumento que no debería aplicarse un análisis estadístico de cumplimiento, para no fomentar una falsa expectativa de incumplimiento a nivel global de las mezclas asfálticas producidas en el país. Cuando el propósito es solamente reflejar un comportamiento general de los centros de producción de mezcla asfáltica.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
		Versión: 1
	Consecutivo: / Página: 37/37	

Planta	Muestra	Fecha	Cartel	Tipo MAC 12mm	Tipo MAC 19mm	Contenido Asfalto	Granulometría	Parámetros Marshall
CONANSA Bagaces (Nicoya, ruta No.150, zona 2-4)	0851-2023	25/5/2023	128 [1]	✓		✓	✓	✓
CONANSA Calle Blancos (Guanacaste)	0517-2023	30/3/2023	128 ó 149 [2]	✓		✓	✓	✓
MECO Uruca (No indagado)	0511-2023	29/3/2023	128 ó 149	✓		✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0182-2023	8/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0192-2023	9/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
MECO Uruca (Ampliación frente a Restaurante Doña Lela)	0197-2023	8/2/2023	128		✓	✓	✓	✓
Muestras de Proyecto de Bacheo								
Constructora Herrera (ruta 4, sector muelle-tanque)	0713-2023	2/5/2023	094[3]		✓	✓	✓	✓
Pedregal (Nicoya) (Ruta 157 Casitas - Mansión, Zona 2-4)	1134-2023	7/7/2023	0131[4]		✓	✓	✓	✓
Pedregal (Nicoya) (bacheo de urgencia ruta 934, zona 2-4)	1279-2023	18/7/2023	0131	✓		✓	✓	✓

(1) 2022CD-000128-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"
(2) 2022CD-000149-0006000001"Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada"
(3) 2022CD-000094-0006000001" Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 6-2 Los Chiles; Región Huetar Norte"
(4) 2022CD-000131-000600000" Bacheo por urgencia de la Red Vial Nacional en la zona 2-4 Nicoya; Región Chorotega"

	Nombre y Puesto	Firma	Fecha
Preparó:	Ing. Víctor Hugo Cervantes Calvo Auditor Técnico	Firmado digitalmente por VICTOR HUGO CERVANTES CALVO (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 12:48:24 -06'00'	3/06/2024
Revisó:	Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio Asistente Técnica	Firmado digitalmente por ROSE MARY CABALCETA RUBIO (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 13:29:20 -06'00'	4/06/2024
Aprobó:	Ing. Wendy Sequeira Rojas Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Firmado digitalmente por WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Fecha: 2024.07.04 11:58:15 -06'00'	14/06/2024

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