



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Proyecto: LM-PI-GM-INF-17-14

INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE LABORATORIO CAMINO SAN VITO- EL DANTO

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Setiembre, 2014



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-GM-INF-17-14		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: INSPECCIÓN y PRUEBAS DE LABORATORIO CAMINO SAN VITO- EL DANTO		4. Fecha del Informe: Setiembre, 2014
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen El día 9 de Julio del presente año, mediante un correo electrónico ingresó una solicitud al Coordinador de la Unidad de Gestión Municipal (UGM) del LanammeUCR, por parte de la Proveedora Municipal de la Municipalidad de Coto Brus Sra. Ligia Naranjo Delgado donde se solicitaba la colaboración del LanammeUCR para realizar un estudio en un trabajo llamado "Proyecto de Asfaltado el Danto". Se realizaron muestreos en 3 sitios diferentes, con el fin de obtener una condición general de de la mezcla asfáltica (MAC). Los ensayos de laboratorio realizados, permiten identificar algunos parámetros de la MAC como porcentaje de asfalto, vacíos, GBS y densidad máxima teórica. Según los resultados en el informe de laboratorio I-0923-14 del LanammeUCR los porcentajes de vacíos presentes en la mezcla exceden los valores máximos estipulados en el CR-2010 (MOPT, 2009), donde se obtuvo un promedio superior al 12%, lo cual es un valor elevado para una mezcla densa gruesa colocada en caliente.		
10. Palabras clave Inspección, visual, laboratorio, vacíos	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 13
13. Preparado por:		
Ing. Eliécer Arias Barrantes Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 9 / 9 / 14	Ing. Josué Quesada Campos Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 9 / 9 / 14	
14. Aprobado por:		
Lic. Carlos Campos Cruz, Mba Coordinador Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 9 / 9 / 14		



TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	4
2	ALCANCES	4
3	DESCRIPCIÓN.....	5
4	PRINCIPALES HALLAZGOS Y RESULTADOS.....	6
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
6	REFERENCIAS	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Porcentaje de vacíos obtenidos.	10
Tabla 2.	Especificaciones mezcla diseñada por Marshall y Hveem.....	11

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.	Ubicación de la ruta evaluada.....	5
Figura 3.	Detalle de ruta evaluada.	6
Figura 4.	Exceso de humedad el carril derecho.	6
Figura 5.	Extracción de bloques de 40x40 cm.....	7
Figura 6.	Extracción de núcleos sondeo 1.	8
Figura 7.	Exceso de vacíos núcleo del sondeo 1.	8
Figura 8.	Granulometría bloque sondeo 1.....	9
Figura 9.	Granulometría bloque sondeo 2.....	9
Figura 10.	Granulometría bloque sondeo 3.....	10
Figura 11.	Apartado 401.14 CR-2010.	12



1 ANTECEDENTES

El día 9 de Julio del presente año se recibió un correo electrónico de parte de la Sra. Ligia Naranjo Delgado, Provedora de la Municipalidad de Coto Brus, solicitando la colaboración del LanammeUCR para realizar una inspección y evaluación del "Proyecto de Asfaltado el Danto" recientemente ejecutado por esa municipalidad y que presentaba una condición que a criterio de la Unidad Técnica debía ser verificado.

En atención a esta solicitud, se contacto al Ing. Luis Carlos Obando Director de la Unidad Técnica de Gestión Vial (UTGV), con el propósito de obtener información del proyecto en cuestión y realizar una valoración inicial de los trabajos ejecutados.

El proyecto en cuestión consiste en la colocación de una base granular y carpeta asfáltica en caliente, con dos carriles de operación, uno por sentido. En el mismo se identificaron diferencias significativas entre el carril izquierdo y carril derecho en la superficie del pavimento. Además, se observó que la superficie del pavimento presentaba un acabado muy rugoso, con exceso de humedad y estructura muy abierta (muchos vacíos).

Considerando estas condiciones y como parte de las tareas de asesoría que brinda la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, se procedió a atender la solicitud y coordinar los procesos de inspección visual y obtención de muestras para posteriores análisis.

2 ALCANCES

La asesoría técnica brindada por la UGM del PITRA a la Municipalidad de Coto Brus para la evaluación del Proyecto de Asfaltado el Danto" comprende:

1. Inspección visual de la condición actual de la carpeta asfáltica, con el fin de identificar y analizar el problema de exceso de vacíos expuesto por miembros de la Municipalidad.
2. Extracción de bloques de mezcla asfáltica de 40x40 centímetros núcleos y núcleos de 4 pulgadas en 3 puntos diferentes, con el fin de caracterizar la MAC en laboratorio y

obtener datos de granulometría, contenido de asfalto y porcentaje de vacíos.(ver Figura 4 y Figura 5)

3. Análisis de los resultados de laboratorio y verificación del cumplimiento de la normativa técnica vigente

3 DESCRIPCIÓN

El 05 de Agosto de 2014 se realizó una visita al proyecto en compañía del Ing. Luis Carlos Obando y otros miembros de la UTGV, con el propósito de realizar una inspección visual del proyecto y recolectar muestras para ingresarlas al laboratorio.

El tramo inspeccionado se ubica en la provincia de Puntarenas, cantón de Coto Brus, distrito de San Vito, este tramo es una de las rutas que comunica a la localidad del San Vito con Danto. La sección en estudio cuenta con una longitud de 1,2 kilómetros, con pendientes bajas y dos carriles de circulación, uno por sentido (ver Figura 1 y Figura 2)



Figura 1. Ubicación de la ruta evaluada.

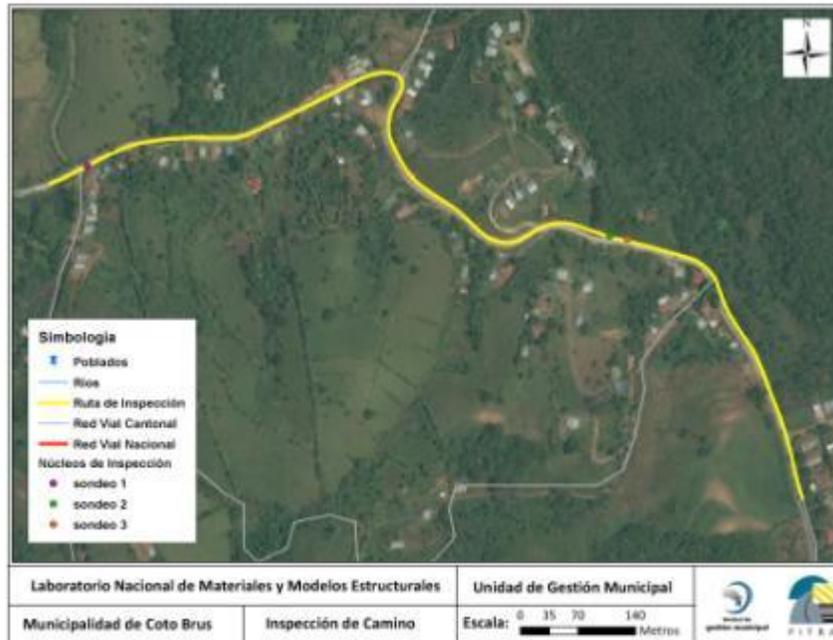


Figura 2. Detalle de ruta evaluada.

4 PRINCIPALES HALLAZGOS Y RESULTADOS

La mezcla asfáltica posee una apariencia muy rugosa y abierta, se evidenciaron zonas con exceso de humedad, síntoma de mezclas con poca compactación o granulometría discontinua (ver Figura 3).



Figura 3. Exceso de humedad el carril derecho.

Se observaron diferencias entre el carril izquierdo y derecho, con una apariencia "húmeda" en ciertos lugares predominante en el carril izquierdo sentido San Vito-Danto, apariencia poco común en mezclas diseñadas y compactadas adecuadamente.

Debido a los problemas observados se recomendó la extracción de material del sitio para realizar pruebas de laboratorio que permitieran identificar los principales problemas de la mezcla. Esto se realizó en 3 sitios diferentes, identificados en la Figura 2 con el nombre de sondeo 1, sondeo 2 y sondeo 3. De estos sondeos, dos de ellos (sondeo 1 y sondeo 2) fueron realizados en el carril que tenía la apariencia de estar más afectado (carril izquierdo sentido San Vito-Danto) y uno del lado contrario con el fin de tener un patrón de comparación (sondeo 3).

Durante la extracción de los núcleos fue posible observar un exceso de vacíos en la mezcla (ver Figura 5 y Figura 6), estos vacíos facilitan el ingreso de agentes externos a la mezcla, acelerando su envejecimiento y daño por humedad.



Figura 4. Extracción de bloques de 40x40 cm.



Figura 5. Extracción de núcleos sondeo 1.



Figura 6. Exceso de vacíos núcleo del sondeo 1.

Según los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, los cuales se adjuntan como anexo por medio del informe de laboratorio I-0923-14, la granulometría de la mezcla corresponde a una tipo A, para mezclas densas gruesas, donde la mayoría se encuentra

Informe LM-PI-GM-INF-17-14	Fecha de emisión: Setiembre, 2014	Página 8 de 13
----------------------------	-----------------------------------	----------------

dentro de las bandas especificadas en el CR-2010, estos resultados son aproximados, dado que se extrajo del material colocado y compactado (ver Figura 7, Figura 8 y Figura 9). Los porcentajes de asfalto sobre la mezcla se sitúan entre el 4,9% y 5,6% que son valores esperados para diseños según la metodología Marshall, los cuales son congruentes con el certificado aportado por el contratista, aunque es recomendable que el Municipio hubiera realizado todos los ensayos para verificar el diseño aportado por el contratista.

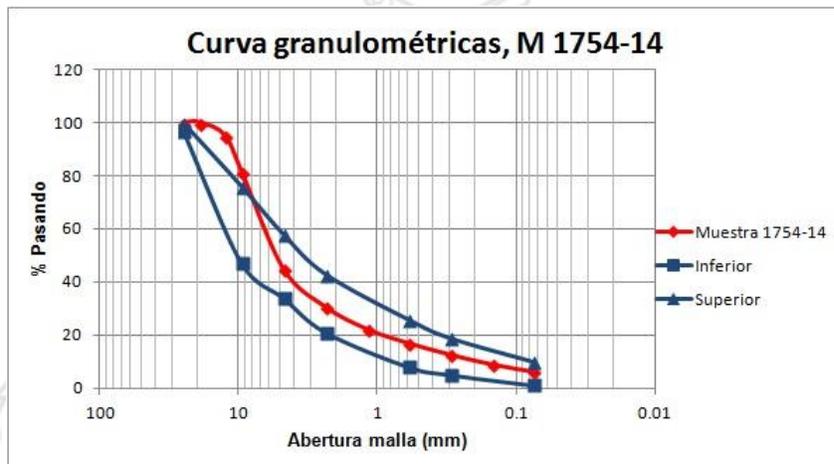


Figura 7. Granulometría bloque sondeo 1.

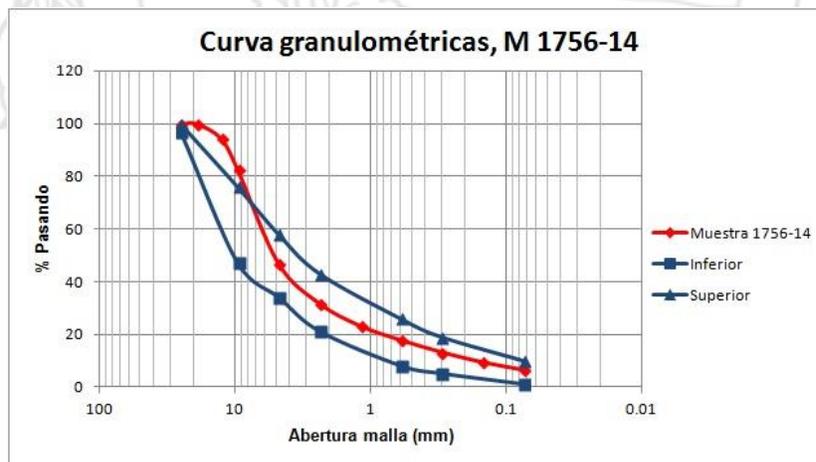


Figura 8. Granulometría bloque sondeo 2.

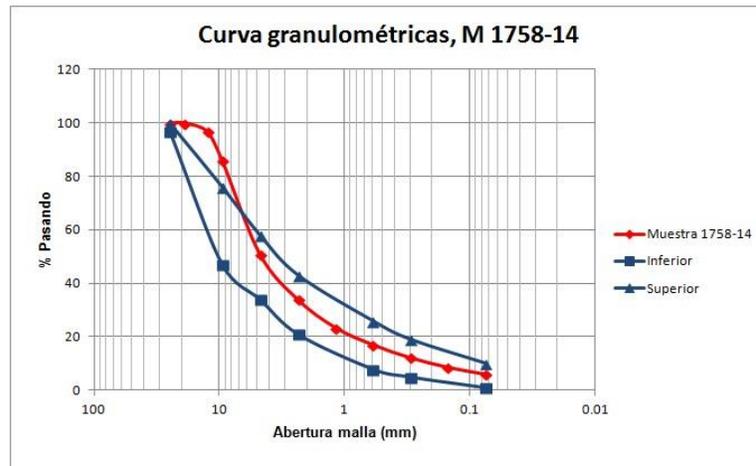


Figura 9. Granulometría bloque sondeo 3.

Según los resultados obtenidos se comprobó que existe un alto porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica (ver Tabla 1), la especificación del CR-2010 (MOPT, 2009) indica que la mezcla debería estar entre el 3% y 5% de vacíos para mezclas compactadas en laboratorio (ver Tabla 2) y no debe exceder el valor del 9% para mezcla compactada en sitio.

Tabla 1. Porcentaje de vacíos obtenidos.

Sondeo	% de vacíos obtenidos	% vacíos de diseño	Porcentaje de vacíos máximo en sitio
1	13.2%	3%-5%	9%
2	12.2%		
3	12.3%		

Tabla 2. Especificaciones mezcla diseñada por Marshall y Hveem

Tabla 402-1
Requisitos para la mezcla de concreto asfáltico

Parámetros de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
(a) Hveem (AASHTO T 246 y T 247)			
(1) Estabilómetro, mínimo	37	35	30
(2) Porcentaje de vacíos de aire	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0
(3) Vacíos en el agregado mineral, min. %	Ver Tabla 402-2		
(b) Marshall (AASHTO T 245)			
(1) Estabilidad, kN min.	8,00	5,34	4,45
(2) Flujo, 0,25 mm	8 - 14	8 - 16	8 - 20
(3) Porcentaje de vacíos de aire	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0
(4) Vacíos en el agregado mineral, min. %	Ver Tabla 402-2		
(5) Compactación, número de golpes en cada cara del espécimen de ensayo	75	50	50
(c) Inmersión - Compresión (AASHTO T 165 y T 167)			
(1) Resistencia a la compresión, kPA min. (seco)	2100	1700	1400
(2) Resistencia a la tensión diametral retenida min. %	75	75	75
(d) Relación polvo-asfalto (2)	0,6 - 1,3	0,8 - 1,6	0,8 - 1,6

Fuente. (MOPT, 2009)

El apartado 401.14 de CR-2010 (MOPT, 2009), especifica los requisitos mínimos para la compactación de una mezcla asfáltica colocada en caliente (ver Figura 10). Del mismo modo es importante destacar la temperatura mínima de compactación, deberá ser verificada durante el procesos constructivo, no deberá ser menor a 80°C, así como el porcentaje de vacíos máximo, el cual no debe exceder el valor del 9%, siendo este un número alto, preferiblemente deberá estar cercano a los valores de diseño.

401.14 Compactación.

La superficie de la mezcla asfáltica deberá ser cuidadosa y uniformemente compactada por apisonamiento. En la operación de compactación no se debe producir agrietamiento, deformación u ondulaciones de la mezcla asfáltica. La compactación deberá continuarse hasta que la mezcla quede con el espesor deseado, con una superficie uniforme y con la densidad especificada. No se debe compactar la mezcla a temperaturas inferiores a los 80 °C.

El proceso de compactación debe ser controlado con densímetros nucleares calibrados con base en los núcleos de mezcla asfáltica extraídos del tramo de prueba. La mezcla deberá ser compactada a un valor de al menos el 91,0 por ciento de la gravedad específica máxima teórica, determinada de acuerdo con AASHTO T 209.

De la capa compactada se deberán extraer núcleos de mezcla asfáltica de 150 mm de diámetro de acuerdo con lo indicado en AASHTO T 230, método B. Los agujeros remanentes de los núcleos deberán ser llenados de mezcla asfáltica. Dicha mezcla será compactada y nivelada al mismo espesor de la capa previamente colocada. Los núcleos de mezcla asfáltica deberán ser adecuadamente etiquetados en sitio y transportados cuidadosamente al laboratorio para su ensayo o almacenamiento. Ensayos de densidad y espesor de capa deberán ser ejecutados en los núcleos extraídos. Los resultados de dichos ensayos deberán ser suministrados al Ingeniero de Proyecto.

La mezcla deberá ser compactada con equipo alternativo en bordillos de caño, paredes, cabezales y otras obras de arte que no son accesibles para los compactadores convencionales.

Figura 10. Apartado 401.14 CR-2010.

Fuente. (MOPT, 2009)

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados presentes en el informe de laboratorio I-0923-14 del LanammeUCR los porcentajes de vacíos presentes en la mezcla exceden los valores máximos estipulados en el CR-2010 (MOPT, 2009), donde se obtuvo un promedio superior al 12%, lo cual es un valor elevado para una mezcla densa gruesa colocada en caliente.

A través de la información suministrada por la municipalidad y por medio de la visita realizada se puede concluir que el principal agravante actual de la mezcla es el porcentaje de vacíos en sitio, el cual está asociado con el proceso de compactación y/o a la temperatura de la mezcla al momento de la colocación.

El desempeño de la mezcla colocada puede verse afectado debido al contenido de vacíos en la mezcla, ya que la misma está más expuesta a los agentes externos como el agua, lo que aumenta la tasa de deterioro.



Se recomienda al Municipio para proyectos futuros realizar un proceso de control de calidad durante el proyecto, con el fin de poder verificar la calidad de la mezcla suministrada y cumplimiento de las especificaciones técnicas (ver Tabla 2) del CR-2010 (MOPT, 2009).

De igual forma se recomienda realizar un estricto proceso de inspección durante la colocación con el fin de garantizar condiciones climáticas idóneas, temperatura de compactación y densidad requerida.

-----UL-----

6 REFERENCIAS

MOPT. (2009). *Manual de Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010*. San Jose.

