UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

INFORME DE ASESORÍA
INF-PITRA-003-2010

Deterioros prematuros de la mezcla asfáltica en la Concesión de la Carretera San José-Caldera

Diciembre 2010

RESUMEN EJECUTIVO

El informe se desarrolla como parte del apoyo que el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica, LanammeUCR, particularmente en su Unidad de Investigación, ha estado brindando como parte de la asesoría solicitada por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en relación con las obras del Contrato de Concesión de la Carretera San José-Caldera. A lo largo de este informe se establecen las posibles causas técnicas por las cuales se han presentado fallas de la mezcla asfáltica en algunas secciones de la carretera, así como la posibilidad que tales deterioros sigan presentándose en el proyecto.

En el año 2009, la Unidad de Investigación del LanammeUCR, realizó dos informes de asesoría para el Consejo Nacional de Concesiones, los cuales fueron titulados: "Análisis del Diseño Estructural del Pavimento Propuesto en la Concesión de la Carretera San José – Caldera" (UI-PE-03-09) y "Análisis de los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica para la Concesión de la Carretera San José – Caldera" (UI-PE-04-09). Estos dos informes respondieron a solicitudes concretas hechas por el Consejo Nacional de Concesiones, cuyo fin fue analizar la información recopilada a lo largo del proyecto en cuanto a diversos parámetros medidos para la carpeta asfáltica colocada en la carretera concesionada.

En particular, el presente informe está enmarcado en el proceso de asesoría para la recepción del proyecto de concesión de obra pública, pero también da continuidad a los informes de asesoría antes señalados (UI-PE-03-09 y UI-PE-04-09). Específicamente en este informe se analizan los deterioros prematuros que se han presentado en la superficie de rodadura de la ruta 27, carretera en concesión San José – Caldera.

Con base en el informe UI-PE-04-09 e información adicional con la que se contaba al momento de realizar este informe, se evidencian incumplimientos respecto a las especificaciones contractuales de la mezcla asfáltica producida y colocada, presentándose diferencias significativas entre los diseños de mezcla presentados y las propiedades de la mezcla asfáltica que efectivamente fue colocada. Los problemas en la producción de la mezcla asfáltica hallados, se pueden asociar principalmente a bajos contenidos de ligante asfáltico así como también a la variabilidad en la producción de la mezcla asfáltica, situación que afecta la durabilidad de la mezcla asfáltica.

Tomando en consideración los resultados del análisis de la información, la cual es parte de la base de datos de Autocontrol del Concesionario, se realizaron visitas periódicas de inspección al proyecto, en las cuales se pueden identificar y documentar diversos deterioros asociados a los incumplimientos evidenciados en la base de datos.

Algunos de los deterioros que se pudieron documentar a lo largo del proyecto son: la pérdida de recubrimiento asfáltico de los agregados y la pérdida de agregado en la capa de rodadura. La intensidad con que se presentan estos deterioros, así como su evolución hacia deterioros más perceptibles para los usuarios, han dependido de diversos factores; presentándose en algunos tramos del proyecto condiciones que propician un deterioro más acelerado.

Con base en lo comentado en párrafos anteriores y dadas las condiciones del proyecto (en especial la humedad que se puede encontrar en las diferentes secciones), se prevé que los deterioros continúen su evolución en otros tramos del proyecto, afectando el nivel de servicio de la carretera; razón por la cual se recomienda al Concesionario atender de la mejor forma los deterioros, enfocándose en contrarrestar las causas de éstos.

Seguidamente se reproducen las conclusiones arribadas en este informe, haciendo la aclaración de que, para entender el trasfondo de cada una de estas, es obligada una lectura profunda y completa de la totalidad del mismo y sus respectivos anexos.

1. Se evidenció la variabilidad en la producción de la mezcla asfáltica apuntada en el informe UI-PE-04-09, mediante los resultados de los ensayos realizados a la mezcla asfáltica por parte del Autocontrol del Concesionario.

2. Se pudo evidenciar el incumplimiento del contrato de concesión, esto en cuanto a la pérdida de agregado; así como deterioros prematuros de la estructura de pavimento colocada en el proyecto: desnudamiento severo de agregados, formación de roderas y formación de baches; entre otros.

3. Se pudo evidenciar la necesidad de realizar una intervención de la capa de ruedo del proyecto concesionado, a fin de cumplir con lo establecido en el contrato, así como garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

4. El estudio se realizó inspeccionando primordialmente la capa superior (de ruedo) de la estructura del pavimento de la vía principal, por lo que corresponde a la Supervisión del proyecto que, como lo ha venido haciendo, detalle y cuantifique los deterioros que se presenten, comunicándolos oportuna y diligentemente a la gerencia de proyecto. Así como extenderlo a rampas y rutas marginales que pertenecen al proyecto y/o que fueron construidas por el Concesionario.

5. Existen tramos de carretera donde se manifiesta deficiencias en el desempeño de la mezcla asfáltica, produciéndose deterioros acelerados que afectan al usuario de la vía. Estos tramos deben ser estudiados por el Concesionario a fin de valorar la mejor forma de intervenirlos y restituir la condición planteada en los diseños y especificaciones del proyecto.

6. Los deterioros presentados significan una reducción importante de la vida útil de las estructuras, por lo que la sociedad Concesionaria debe garantizar mediante los trabajos que realice la solución efectiva y duradera de los problemas en la carretera concesionada.

7. De no atenderse pronto el problema, es probable que se sigan presentando deterioros prematuros de la capa de ruedo. Esto provocará que la sociedad Concesionaria incurra en graves incumplimientos del contrato en lo concerniente a parámetros de calidad del pavimento. Esto repercutirá en molestias a los usuarios en el corto plazo y altos costos futuros de reparación para la Concesionaria.

1. INTRODUCCIÓN

Se desarrolla este informe como parte del apoyo que ha estado brindando el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica, LanammeUCR, en la asesoría solicitada por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en relación con las obras del Contrato de Concesión de la Carretera San José-Caldera. El Objetivo de este informe será establecer las posibles causas técnicas por las cuales se han presentado fallas de la mezcla asfáltica en algunas secciones de la carretera; adicionalmente establecer si los deterioros podrían seguirse presentando en el proyecto.

En el año 2009 se realizaron dos informes de asesoría al Consejo Nacional de Concesiones, los mismos titulados: “Análisis del Diseño Estructural del Pavimento Propuesto en la Concesión de la Carretera San José – Caldera” (UI-PE-03-09) y “Análisis de los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica para la Concesión de la Carretera San José – Caldera” (UI-PE-04-09).

Estos informes respondieron a solicitudes concretas hechas por el Consejo Nacional de Concesiones, a fin de analizar la información entregada para tales efectos. Los mismos fueron entregados el 11 de Diciembre de 2009 a dicha entidad.

El presente informe está enmarcado en el proceso de asesoría para la recepción del proyecto de concesión de obra pública, pero también da continuidad a los informes de asesoría antes señalados (UI-PE-03-09 y UI-PE-04-09).

Particularmente en este informe se hace un análisis de los deterioros prematuros que se han presentado en la superficie de rodadura de la ruta 27, carretera en concesión San José – Caldera.

Para la elaboración de este documento se retomaron algunos hallazgos presentados en el informe UI-PE-04-09, profundizando en su análisis a la luz de algunos deterioros prematuros que ha presentado el proyecto, adicionalmente se realizaron visitas periódicas al proyecto, en Octubre y Noviembre de 2010, esto a fin de documentar la condición de la capa de ruedo compuesta por concreto asfáltico. Así mismo se analizó la documentación del proyecto relativa al tema.

DOCUMENTACIÓN RELACIONADA Y ANTECEDENTES

En el informe UI-PE-04-09, "Análisis de los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica para la Concesión de la Carretera San José – Caldera", se señala en la página 9 lo siguiente:

"Tabla 6. Valores representativos de los diferentes parámetros para todos los datos.

	% VMA	*% VFA*	*Relación Polvo/Asfalto efectivo*	*ESTABILIDAD (kg)*	*FLUJO (cm/100)*
Percentil 90	*16,6*	*75,5*	*1,4*	*2081,3*	*37,4*
Promedio	*15,4*	*68,9*	*1,2*	*1725,0*	*33,2*
Percentil 10	*14,6*	*60,9*	*1,0*	*1393,0*	*28,5*
Especificación superior	*-*	*75*	*1,3*	*800 mínimo *m.s.*	*40 *m.s.*
Especificación inferior	*14 mínimo*	*65*	*0,6*		*20 *m.s.*
Porcentaje de cumplimiento general	***97,1%***	***63,6%***	***80%***	***100%***	***100%***
Porcentaje de cumplimiento para capa de rodadura	*99,0%*	*82,3%*	*83,6%*	*100%*	*100%*
Porcentaje de cumplimiento para capas intermedias	*95,2%*	*49,4%*	*74,9%*	*100%*	*100%*

**m.s.: Marshall estándar.*

En el caso de vacíos en el agregado mineral, VMA, se puede observar porcentajes altos de cumplimiento, siendo el menor 95% para las capas intermedias. Debe tenerse en consideración que valores bajos de vacíos en el agregado mineral, VMA, puede asociarse a problemas de baja durabilidad, según el Manual de Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente, MS-22, del Instituto del Asfalto.

Por su parte, en cuanto al contenido de vacíos llenos de asfalto, VFA, se obtuvo un cumplimiento general de 63,6% de las muestras respecto a los límites de especificación contractuales, definidos en la disposición AM-01-2001 (65% a 75%). Debe tenerse claro, que el VFA, representa el contenido de cavidades llenas con asfalto en volumen efectivo relativo a la cantidad de cavidades en el agregado (llenas de aire y con asfalto efectivo). En otras palabras, es el porcentaje del VMA que contiene ligante asfáltico. Un exceso provoca problemas de estabilidad y resistencia al resbalamiento; mientras que, una carencia, determina problemas de durabilidad, fatiga, flexibilidad y trabajabilidad." Fin de la cita textual.

En la página 10 del mismo informe se muestra el siguiente gráfico:
“

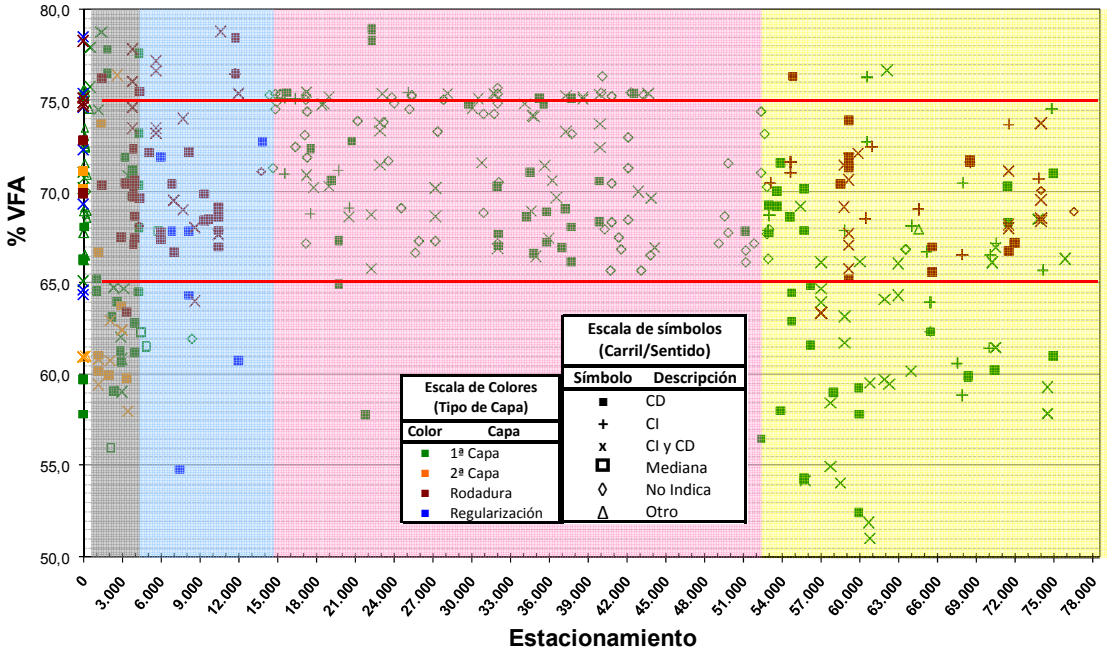


Grafico 3(UI-PE-04-09). Síntesis de los valores los porcentajes de vacíos llenos de asfalto (%VFA), según estacionamiento, uso y ubicación de las muestras analizadas.”

De la información expuesta anteriormente se concluye que la mezcla asfáltica contiene suficientes vacíos en el agregado mineral VMA, los cuales son requeridos para “almacenar” el asfalto que contiene la mezcla, al analizar el porcentajes de estos vacíos llenos con asfalto se presentan incumplimientos tanto en la especificación superior como en la inferior, siendo más marcados los incumplimientos del rango inferior, relacionados con dosificaciones bajas de asfalto. Es importante mencionar que el mayor incumplimiento de este parámetro se presenta en los tramos I (1) y III (3) y en las capas identificadas como capas intermedias, sin que esto excluya al resto de incumplimientos.

Es importante indicar que pese a que estas capas intermedias se encuentran protegidas por una capa de rodadura superior siempre se les exige el cumplimiento de este parámetro, el cual como se indicó en párrafos anteriores cuando sobrepasa el límite superior provoca problemas de estabilidad y resistencia al resbalamiento; y cuando se encuentra por debajo del límite inferior **determina problemas de durabilidad, fatiga, flexibilidad y trabajabilidad”**.

Con base en los mismos datos que originalmente se utilizaron en el informe mencionado, se muestra un gráfico con las relaciones de polvo contra asfalto para la mezcla asfáltica utilizada, según el estacionamiento donde fue colocada la mezcla.

La relación polvo / asfalto define la cantidad de relleno mineral (fracciones muy finas de agregado que pasan por el tamiz 0.075mm (N°200)) y el contenido de asfalto efectivo que tiene la mezcla. De acuerdo con el Manual de principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente (MS-22) del Instituto del Asfalto, altos contenidos de relleno mineral, pueden absorber, literalmente gran parte del contenido de asfalto resultando en una mezcla inestable y seca. Valores por encima del rango máximo

especificado se relaciona con bajos contenidos de asfalto o altos contenidos de relleno mineral los cuales producen mezclas rígidas, susceptibles a la fatiga, afectándose negativamente su durabilidad.

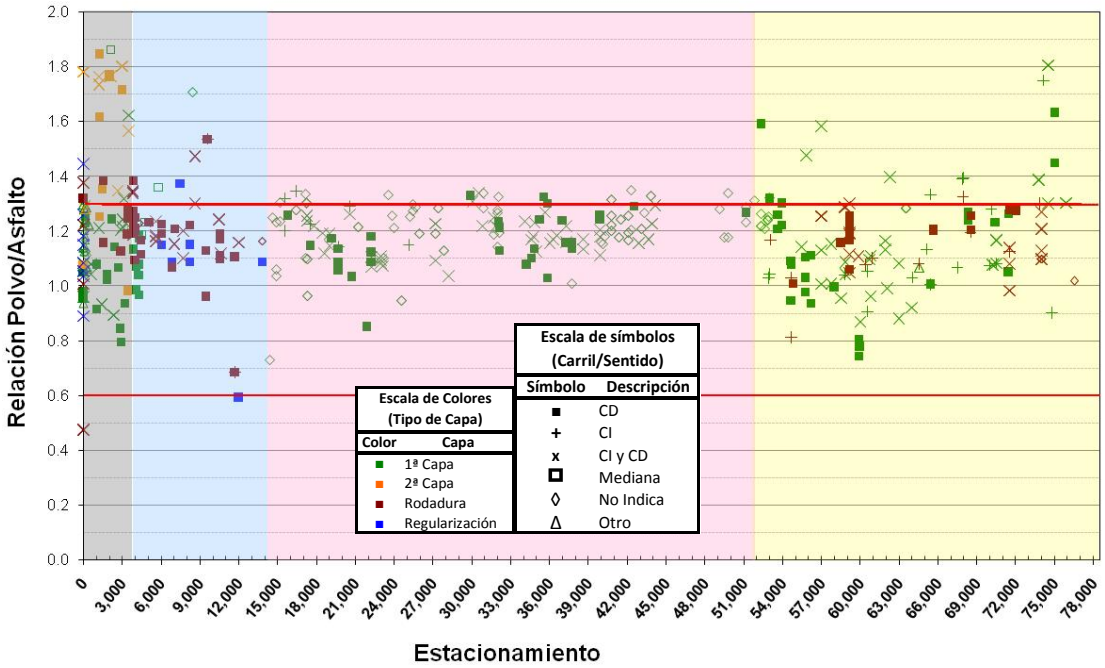


Grafico 1. Síntesis de las relaciones Polvo / Asfalto de las mezclas asfálticas utilizadas, según estacionamiento, uso y ubicación de las muestras analizadas.

Con base en los resultados del parámetro polvo / asfalto se puede observar que estos tienen una tendencia a valores altos en los tres tramos del proyecto dándose los incumplimientos más críticos (valores más alejados de la especificación) en los tramos I(1) y III(3), no obstante el tramo II (2) presenta gran cantidad de valores fuera de especificación, lo anterior reflejo de bajos contenidos de asfalto o altos contenidos de relleno mineral. De acuerdo a los diseños de mezcla presentados por el laboratorio ITP, los valores de la relación polvo/asfalto deberían ser cercanos a 1,0 (para dos de los diseños) o a 1.2.

En el informe UI-PE-04-2009 se hace también referencia al contenido de vacíos de diseño de la mezcla fabricada y colocada en el proyecto. En este análisis se indica lo siguiente respecto al análisis efectuado y adicionalmente se muestra un gráfico que resume el cumplimiento de este parámetro de acuerdo con un rango de tolerancia de 5,5±2,5%

"*En lo que respecta al contenido de vacíos de la mezcla asfáltica, se procedió a verificar el cumplimiento del artículo 401.06.d de la disposición AM-01-2001, el cual especifica que para mezcla asfáltica a ser utilizada como capa de ruedo debe tener un porcentaje de vacíos con aire de 4% ± 1%. Por otro lado, cuando la mezcla asfáltica va a ser utilizada como capas intermedias o como base asfáltica se permite 5,5% ± 2,5%, de vacíos de aire en las pastillas Marshall*."

Tomando en cuenta la nomenclatura empleada por el Concesionario, la cual establece, la colocación, en algunos casos de varias capas, donde indican la siguiente denominación: 1ª Capa, 2ª Capa, Regularización y Rodadura. Adicionalmente, y teniendo en consideración las siguientes aclaraciones brindadas por el Concesionario:

- *1ª Capa, 2ª Capa y Regularización, corresponden a capas intermedias y ninguna de ellas sirve como superficie de ruedo.*

- *La primera y segunda capa pertenecen al tramo 0+000 a 3+600 (en la que según el diseño de pavimentos encontramos 3 capas, las dos mencionadas y la de ruedo).*
- *La capa de regularización es una capa que se colocó entre la carpeta asfáltica existente y la nueva superficie de ruedo del tramo comprendido entre los PK-4+500 y 14+200.*
- *Finalmente entre el Pk 3+600 y 6+200 existen zonas donde solamente tenemos 1ª capa y rodadura (peaje de Escazú 3+600 a 4+500 y ampliación por la mediana (4+500 a 6+200).*Fin de cita textual.

"*Tabla 7. Resumen de los niveles de cumplimiento obtenidos para los vacíos en las mezclas en laboratorio.*

	Tramo 1				*Tramo 2*	*Tramo 3*	
	Rodadura	**Primera capa**	**Segunda capa**	**Regularización**	**Primera capa**	**Rodadura**	**Primera capa**
X	4,362	4,946	5,366	4,712	4,324	4,701	5,641
SD	0,626	1,183	0,951	0,990	0,652	0,390	1,081
LSPE	5	8	8	8	8	5	8
LIPE	3	3	3	3	3	3	3
ICSj	1,018	2,581	2,769	3,322	5,639	0,766	2,182
ICIj	2,175	1,645	2,488	1,730	2,031	4,357	2,443
GL	57	63	18	13	209	50	83
PISj	15,650%	0,609%	0,632%	0,276%	0,000%	22,372%	1,596%
PIIj	1,691%	5,246%	1,142%	5,363%	2,176%	0,003%	0,835%
Nij	17,341%	5,855%	1,774%	5,639%	2,176%	22,376%	2,431%
Porcentajes de Cumplimiento							
NCj	**82,7%**	**94,1%**	**98,2%**	**94,4%**	**97,8%**	**77,6%**	**97,6%**

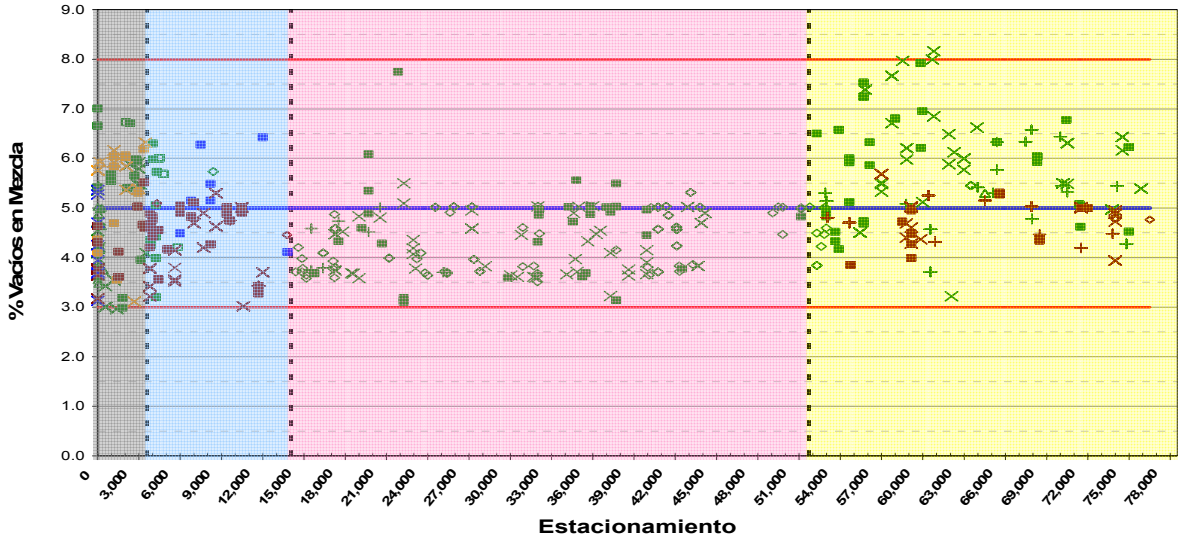


Grafico 4. Síntesis de los porcentajes de vacíos, según estacionamiento, uso y ubicación de las muestras analizadas.

En relación con el contenido de vacíos de diseño se evidenciaron incumplimientos respecto a las especificaciones de vacíos principalmente en las capas definidas como de ruedo. Para las capas intermedias, se les valoró su cumplimiento de acuerdo con las especificaciones definidas para los vacíos de este tipo de capas las cuales se permiten contenidos de vacíos mayores, no obstante se indica la gran dispersión presente en resultados obtenidos en el tramo III (3). Así mismo, es importante aclarar que una

mezcla asfáltica a colocarse como capa intermedia debe ser diseñada para este fin y cumplir con todos los parámetros volumétricos y de desempeño para la dosificación de diseño, tema que se tratará nuevamente más adelante.

Se menciona adicionalmente el Oficio SSJC-068-ENE-2010, en donde la Supervisora Cacisa-Cano Jiménez brinda sus observaciones y criterio respecto al informe UI-PE-04-09, donde menciona: *"Observando los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas por ITP (Laboratorio del Autocontrol), remitidos por esa Gerencia, lo novedoso y que no fue considerado en el análisis del LANAMME, fue el porcentaje de compactación o el porcentaje de vacíos de campo, que según las especificaciones debe tener un porcentaje de compactación de 5.5+2.5%, es decir vacíos entre 3.0% y 8.0%."* Fin de la cita textual.

En respuesta a esta observación cabe señalar que no obstante que se hayan cumplido con los porcentajes de compactación de la mezcla asfáltica en campo, el problema de la mezcla asfáltica no se debe a la compactación de la misma, sino a carencia de asfalto. Bajo las condiciones actuales si la compactación en campo no hubiera sido la suficiente el problema sería mucho más grave.

También dice: *"En razón de lo anterior y considerando lo analizado por el LANAMME sobre el pobre cumplimiento (49,4%) en el porcentaje de vacíos llenos de asfalto (%VFA) de las mezclas colocadas como capas intermedias, se puede concluir, que aún cuando se alcanzó el nivel de densificación especificado, es evidente que los bajos porcentajes de asfalto sobre la mezcla y el bajo cumplimiento (74.9%) en la relación polvo/asfalto efectivo, aumentan la probabilidad de que el desempeño de esta mezcla reduzca la vida proyectada (13 años). Se anota que los daños por intemperismo se reducen porque estas mezclas están protegidas por la capa superior de rodadura que se encuentra en mejores condiciones."* Fin de la cita textual.

Con base en el informe citado de la Supervisora se respaldan las conclusiones indicadas en el informe UI-PE-04-2009 del LanammeUCR en donde se indicaban los problemas potenciales que podría tener la mezcla asfáltica al presentar incumplimientos como los que se evidenciaron, adicionalmente la consecuente reducción de su vida útil, reflejada como deterioros prematuros en la estructura de pavimento.

De la revisión, lectura y análisis del expediente administrativo del proyecto, se rescata en estos antecedentes que existen diversos problemas constructivos en algunos sectores del proyecto. Entre los problemas constructivos se pueden señalar de forma general:

- Falta del ligante asfáltico entre las capas del pavimento.
- Problemas en el extendido, mezclado y compactación de bases estabilizadas.
- Problemas en el proceso productivo de la mezcla asfáltica.
- Cambio de la fuente de agregados.

Estos problemas fueros señalados en forma no-sistemática por la anterior Supervisora (IMNSA), por lo que correspondería a la Concesionaria demostrar que estos problemas fueron esporádicos y comunes; así como demostrar de forma fehaciente que fueron adecuadamente solventados, y que la inversión que el país realiza en el proyecto concesionado es de la más alta calidad. Demostrado esto por parte de la Concesionaria, el país tendrá garantía de que el valor de recuperación del activo vial será el esperado al momento de devolver la carretera a la Administración.

2. *VISITAS DE INSPECCIÓN REALIZADAS*

El contrato de la obra dice en la sección 2.15.4:
"El estado del pavimento ***será evaluado por la Inspección Técnica de Obra por medio de muestreos e inspecciones al azar, durante todo el período de la concesión*** *y de estudios específicos efectuados en toda la longitud, de conformidad con los estándares y prescripciones definidas en las cláusulas 2.15.2 y 2.15.3 del presente Contrato. Los procedimientos de medición de cada uno de los indicadores serán realizados conforme a la metodología que determina el Sistema de Planeación y Evaluación del Mantenimiento. Para efectuar las evaluaciones se utilizarán los elementos que se indican a continuación:*

- Índice de Rugosidad Superficial (IRI): Se medirá con el perfilómetro óptico o con el Maysmeter.

- Ahuellamiento: Se medirá con perfilógrafo transversal o en forma continua con el perfilómetro óptico.

- Agrietamiento: Desprendimiento de áridos y baches abiertos se obtienen mediante inspección visual del pavimento.

- Resistencia al deslizamiento: El dispositivo con que se medirá la resistencia al deslizamiento es el "mu-meter". Este dispositivo permite obtener directamente el coeficiente de rozamiento entre neumático y pavimento a velocidad normal de circulación, y por ello resulta ser el más indicado para la evaluación.

Si durante el período de la Concesión estos equipos son reemplazados por otros que el desarrollo tecnológico aconseje, se utilizarán los nuevos equipos corrigiendo además los umbrales y mediciones adecuadamente, conforme a los estándares internacionales que se determinen."
Fin de la cita. (lo subrayado y en negrita no es del original)

Considerando el contrato, y la solicitud expresa del Ministerio de Obras Públicas y Transportes a través del Consejo Nacional de Concesiones de realizar una asesoría que brindara herramientas técnicas para valorar las causas de los problemas que ha tenido esta ruta, se procedió a realizar giras de inspección al proyecto, durante los meses de octubre y noviembre, a fin de documentar los deterioros prematuros que se han presentado, su evolución y las obras que la Concesionaria (por medio del personal de Autopistas del Sol, Constructora San José-Caldera, Segrimec u otras) realiza en la capa de rodadura.

Se realizaron visitas de inspección al proyecto los días:

- 15 de octubre de 2010
- 27 de octubre de 2010
- 29 de octubre de 2010
- 3 de noviembre de 2010
- 5 de noviembre de 2010
- 8 de noviembre de 2010
- 12 de noviembre de 2010
- 19 de noviembre de 2010

Las visitas de inspección realizadas, constituyeron en recorridos del proyecto, donde se pudieron observar y documentar, deterioros y condiciones características apreciables en la capa de rodadura.

Mediante estas inspecciones se recorrió el proyecto de forma detallada, particularmente los días 27 y 29 de Octubre, así como el seguimiento de los tramos con mayores afectaciones y sitios donde se presentaban baches abiertos en los días posteriores.

3.1. Condiciones y deterioros encontrados

En el Anexo Fotográfico #1 se puede apreciar una muestra de fotografías que representan la condición de la vía concesionada al momento de iniciar el análisis del que es objeto este informe, el mismo anexo se compone de un muestreo realizado los días 27 y 29 de Octubre de 2010.

En la fotografías 1 y 2 (A-1 y A-11 del anexo) se puede apreciar en parte uno de los problemas detectados de forma recurrente en las visitas de inspección; problemas de recubrimiento de asfalto y pérdida de agregado.

Fotografía 1: Kilómetro 1+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía 2: Kilómetro 17+400, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada, bacheo y pérdida ligera de agregado, 29 de octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Resulta prematuro para un proyecto con poco tiempo de servicio, apreciar una pérdida marcada del recubrimiento asfáltico en parte importante de los agregados superficiales el cual y de acuerdo con la información analizada anteriormente tiene su justificación en las características de la mezcla asfáltica colocada, la cual presentó incumplimientos en parámetros relacionados con la durabilidad de la mezcla asfáltica, específicamente relacionadas con dosificaciones bajas de ligante asfáltico, y por consiguiente deterioros más marcados en presencia de humedad.

Adicionalmente se presenta una pérdida de agregado en la capa de rodadura caracterizada por diferentes niveles de severidad y presente en gran parte de la longitud del proyecto, esta patología es producto de una evolución lógica de la falta de recubrimiento asfáltico de las partículas de agregado, agravada por la presencia de humedad. Un factor que pudiera haber aportado a este problema es la presencia de partículas de agregado blandas las cuales fueran desintegradas producto de las cargas de tránsito, lo anterior se plantea como una hipótesis basadas las características de algunos tramos con desprendimientos, sin embargo no se contaba con información de laboratorio al realizar este informe que pudiera confirmar esta afirmación.

Se reconoce que el fenómeno de la pérdida de agregado es por lo general un fenómeno complejo en el que podrían intervenir muchas variables, sin embargo en el marco de este informe es importante mencionar que por las propiedades de la mezcla analizadas, existen razones suficientes para afirmar que la baja dosificación de asfalto en la mezcla podrían ser el detonante para estos y otros deterioros, los cuales serían agravados por varios factores ente ellos las condiciones de humedad presentes en esta zona, el volumen de tránsito, y fallas puntuales de la capas inferiores.

Fotografía 3: Kilómetro 55+250, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida severa de agregado, 27 de octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía 4: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, ahuellamiento leve y pérdida importante de agregado, 27 de octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Una combinación de estos factores nos dan zonas donde la evolución de los deterioros es mayor, y se manifiesta de maneras donde el usuario se percata del problema.

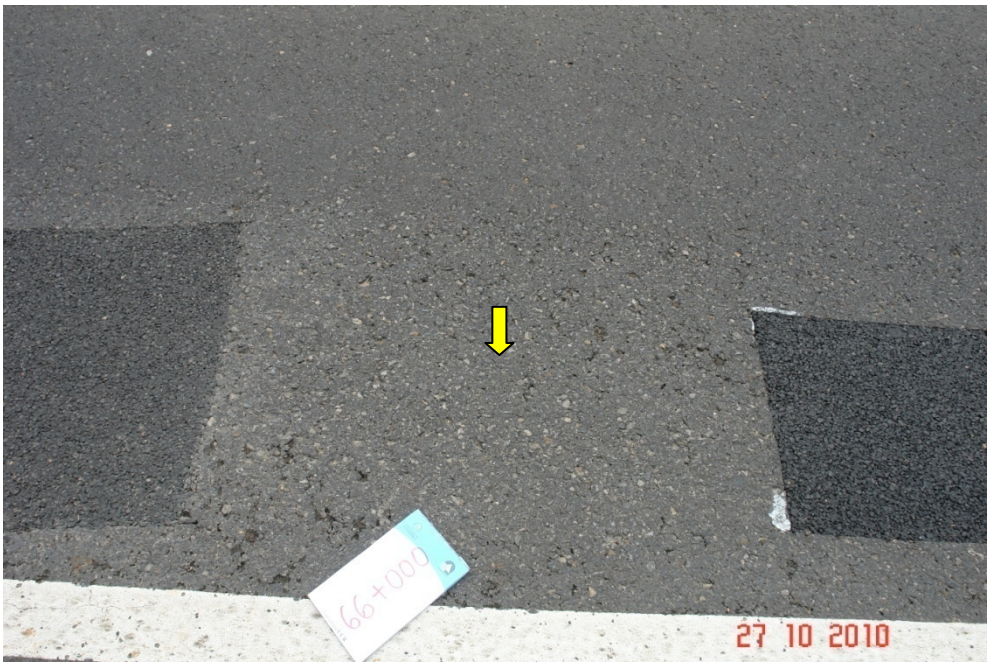
Al momento de realizar este informe el usuario puede percibir: ruido moderado (rueda contra pavimento), agrietamientos e irregularidad, orificios pequeños (desprendimientos de la capa superficial), orificios grandes (desprendimientos con afectación de capas inferiores), baches pequeños (0 a 1 metro), bacheos mayores (mayores a 1 metro).

Es relevante destacar que estos deterioros se encuentran en evolución, así, mediante las visitas se pudo apreciar la forma en que cambian en el tiempo los deterioros que se están presentado.

En el Anexo 2 de este informe se pueden observar con detalle la evolución de una muestra de deterioros, como ejemplo en las fotografías 5 a 11 (A-90 a A-96 del anexo) se muestra la evolución que se ha estado presentando en uno de los puntos a los que se le dio seguimiento.

Las flechas de colores en las siguientes fotografías, así como en los anexos, representan puntos fijos en la superficie de ruedo; de forma tal que se puedan usar como referencia en la evolución de un mismo punto.

Fotografía 5: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento leve, bache abierto y bache cerrado, 15 de octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



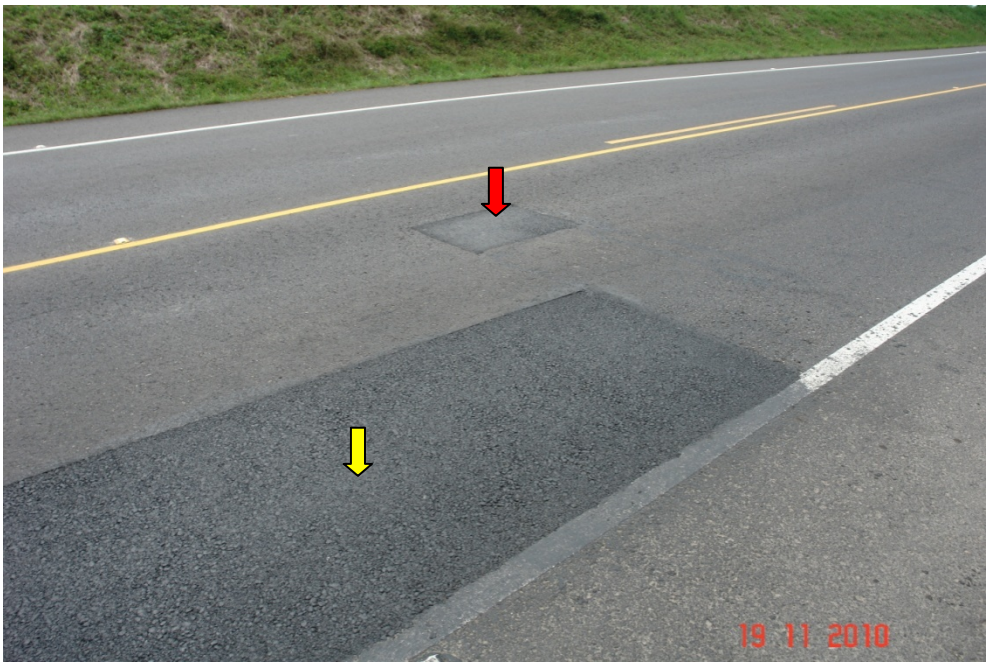
Fotografía 6: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento leve, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 27 de octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía 7: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 3 de noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía 8: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 3 de noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía 9: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 8 de noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía 10: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 12 de noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía 11: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 19 de noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

3.2. Consideraciones respecto a las condiciones observadas

De acuerdo con las propiedades de la mezcla asfáltica analizadas existe evidencia para afirmar que esta incumplía con parámetros de calidad relacionados con dosificaciones bajas de asfalto. Esta carencia de asfalto de la mezcla y contenidos altos de relleno mineral están asociados con problemas de durabilidad, susceptibilidad al agrietamiento y al deterioro por humedad.

Por su parte las características de la mezcla asfáltica son visiblemente evidentes en la "*apariencia seca*" de la mezcla así como en la falta de recubrimiento de las partículas de agregado superficiales, el cual se manifiesta como "desnudamiento" y se agrava en algunos puntos aceleradamente en presencia de humedad, evidente por falta de adhesión entre en agregado y el asfalto.

La pérdida de agregado (raveling) es una evolución de este desnudamiento del agregado y la falta de adhesión de las partículas de agregado, producto de las dosificaciones bajas de asfalto y porcentajes altos de relleno mineral. Como parte de la complejidad del fenómeno no se descarta la presencia de agregados blandos que pudieran ser desintegrados por las cargas del tránsito o bien deficiencias en la adherencia entre el agregado y el asfalto producto de problemas de compatibilidad entre ambos materiales, los cuales debieran ser confirmados mediante el análisis de otros parámetros. No obstante estas causas serían factores adicionales de los ya confirmados e indicados en los párrafos anteriores.

Algunos tramos han presentado ahuellamiento, pese a que podrían catalogarse como de baja severidad, por el poco tiempo en servicio de la ruta, amerita que sean estudiados, esto debido a que por sus características pudieran estar relacionados a asentamientos de capas inferiores.

Adicionalmente este ahuellamiento se asocia a un deterioro acelerado de la superficie asfáltica; desprendimientos, agrietamientos y baches, lo anterior como reflejo de la rigidez de la capa asfáltica que ante los asentamientos existentes genera esfuerzos concentrados que la agrietan y que producen un deterioro acelerado producto de la susceptibilidad a la humedad que penetra en ella.. Estos deterioros han sido atendidos de forma puntual mediante un bacheo intermitente, primero de forma temporal mediante mezcla fría (ver Anexo Fotográfico #3) y posteriormente mediante mezcla asfáltica en caliente.

Como se puede apreciar en el Anexo Fotográfico #1, los problemas de recubrimiento y la pérdida de agregado varían en intensidad, pero se mantiene como una condición apreciable a lo largo del proyecto.

Asociado al ahuellamiento presentado, se debe mencionar que pese a no presentar por el momento incumplimientos de acuerdo con lo establecido en el contrato de concesión; este ahuellamiento pone en riesgo al usuario, debido a que en condiciones de lluvia acumulan agua en la huella reduciendo la capacidad de frenado por el fenómeno de "hidroplaneo".

En el anexo #4 se presentan otras condiciones observadas relativas a la superficie de ruedo, y algunas de las situaciones que se presentan, como lo son la presencia de corrientes de agua sobre la vía (fotografías A-166 a A-169); presencia de agregado en los espaldones y zonas cercanas (fotografías A-182 a A-192) condición de riesgo en caso de frenado repentino; acumulación de agua en la vía y fenómeno de "spray" reduciendo la visibilidad de los usuarios (fotografías A-170 a A-176); agrietamientos, ondulaciones y otras deformaciones de la capa de ruedo debido al movimiento de los taludes y rellenos (fotografías A-193 a A-215).
Es importante señalar los trabajos a realizar no debieran limitarse a las labores básicas señaladas en el contrato, sino que deben orientarse a mantener la seguridad del usuario como objetivo, así como preservar el valor final del activo construido por el concesionario y que será entregado a la Administración al final de su gestión.

3.3. Labores ejecutadas por el concesionario

Considerando los elementos expuestos en la secciones anteriores (3.1 y 3.2), y fundamentándose en los elementos técnicos observados, se puede apreciar respecto al contrato del proyecto que existe un incumplimiento del numeral 2.15.2.d, debido al desprendimiento de áridos tramos del proyecto. Así mismo, como una evolución del desprendimiento de agregado se ha presentado secuencias de baches abiertos.

También son apreciables de manera puntual; deformaciones, ondulaciones, exudaciones y otros varios, que se constituyen en incumplimientos del contrato en el numeral 2.15.2.g.

Una de las consideraciones más importante que debe tenerse presente para solventar el problema, y se basa en las evidencias presentadas en los apartados anteriores, es que, si bien es cierto existen incumplimientos respecto a los parámetros funcionales exigidos contractualmente los cuales deben ser corregidos; estos incumplimientos y su evolución se han presentado producto de deficiencias en la mezcla asfáltica relacionadas con dosificaciones bajas de ligante asfáltico o altos contenidos de relleno mineral principalmente.

Puntualmente podría indicarse que los tramos que han manifestado deterioros son aquellos cuyos factores en conjunto presentaban las condiciones más críticas para la falla, sin embargo estas condiciones son características y representativas de un gran porcentaje de la mezcla asfáltica del

proyecto, por lo que se seguirán presentando deterioros prematuros en otros tramos, pudiendo llegar a una condición de deterioro más generalizada. Es de vital importancia para la solución del problema que se valoren y tengan claras sus causas, para que de esta manera las alternativas de solución propuestas se enfoquen en eliminar o cuando menos a contrarrestar el deterioro.

Durante las inspecciones realizadas se pudieron observar algunos de los trabajos que realiza el Concesionario en la estructura del pavimento. En el Anexo Fotográfico #3 se consignan trabajos de bacheo realizados con mezcla asfáltica en frío.

Dados las características de los trabajos realizados, estos atienden los problemas puntuales y no se corrigen las causas que dan origen al problema, se debe reconocer que los mismos tienen carácter temporal; en el Anexo Fotográfico #2 se puede apreciar la evolución de los mismos y como en algunos de los casos en poco tiempo se formaban nuevamente baches abiertos en los tramos intervenidos.

En cuanto a los aspectos generales sobre conservación y mantenimiento el numeral 2.15.1 del contrato de la obra señala:

"… la frecuencia, calidad e intensidad con que se realice (la conservación de la calzada) *dependerá directamente del estado de la calzada. Los trabajos correspondientes a las obras complementarias a la calzada deberán efectuarse rutinariamente y en forma rigurosa.*" Fin de la cita textual. (Lo señalado en paréntesis no es del original, y corresponde a lo señalado en el párrafo inmediato anterior del contrato.)

Es también importante señalar que en reiteradas ocasiones se pudo apreciar como los residuos producto del bacheo son depositados al lado de la vía (los cuales debieran ser eliminados inmediatamente de la misma), como ejemplo en las fotografías A-104, A-106, A-131 y A-135 de los anexos.

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ADICIONAL

Con base en la información señalada en los antecedentes del presente informe, así como la información adicional que se ha obtenido posterior a la realización del mismo, se pueden realizar una serie de observaciones en relación a los deterioros prematuros hallados en la carretera durante los días de inspección.

- Diseños de mezcla elaborados

Los diseños de mezcla realizados por la empresa Ingeniería Técnica de Pavimentos S.A. (ITP), si bien indican su cumplimiento con las especificaciones y límites correspondientes, difieren significativamente de la mezcla que se produjo en el campo.

De los tres diseños utilizados para la concesión, estos cumplen con los parámetros exigidos para la mezcla asfáltica, para la dosificación de asfalto óptimo y los vacíos de diseño correspondientes a 4,5; 4,7 y 4,9%; sin embargo cabe resaltar que estos se encuentran muy cercanos al límite máximo de especificación. Sin embargo, tal como se mostró en el informe UI-PE-04-09 y como se reproduce a continuación en el Gráfico 2, los parámetros de la mezcla producida para el proyecto no corresponde en buena forma a la de estos diseños.

En cuanto al contenido de vacíos de diseño se puede observar como adicionalmente a la gran dispersión presentada en el proceso productivo, se muestran en muchos de los casos valores mayores a los de

diseño, de la misma manera en cuanto a la relación polvo / asfalto se puede observar como existe una gran variabilidad y adicionalmente se presentan valores muy por encima de la especificación; situaciones que confirman las diferencias existentes entre el diseño de mezcla presentado y la mezcla efectivamente producida.

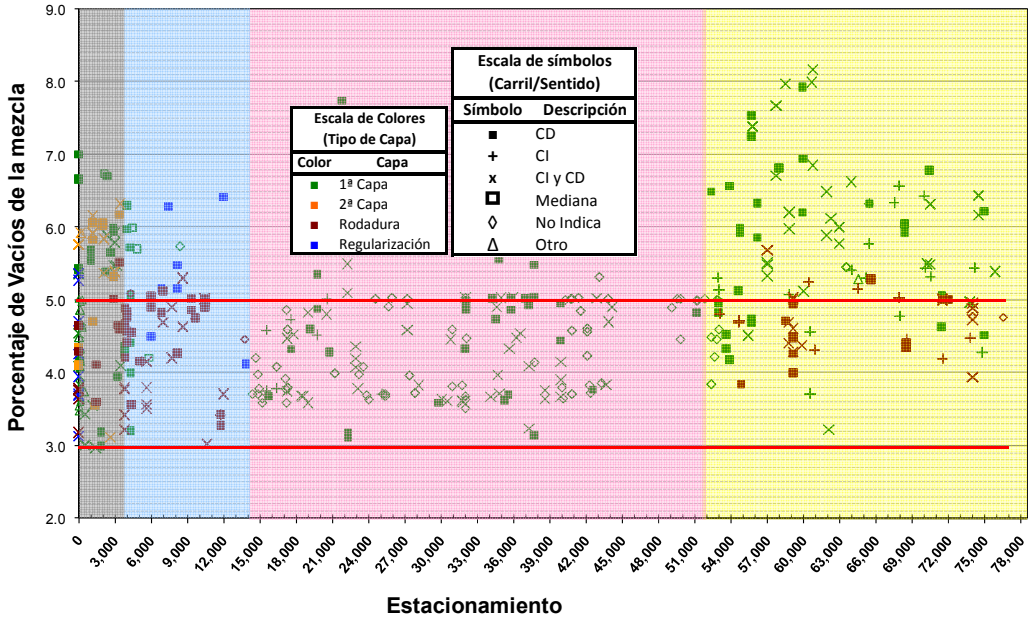


Grafico 2. Síntesis de los valores los porcentajes de vacíos respecto a los límites de diseño de la mezcla, según estacionamiento, uso y ubicación de las muestras analizadas.

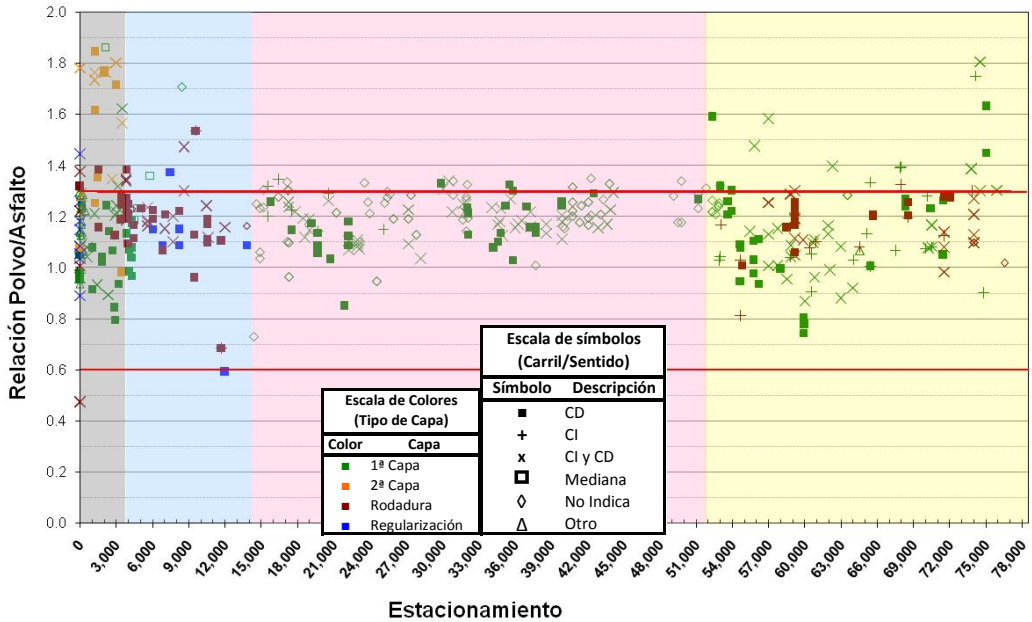


Grafico 1. Síntesis de las relaciones Polvo / Asfalto de las mezclas asfálticas utilizadas, según estacionamiento, uso y ubicación de las muestras analizadas.

Los valores del gráfico muestran porcentajes de vacíos por encima del 5% permitido para la capa de rodadura. Algunos de estos vacíos registrados corresponden a capas asfálticas intermedias, las cuales según las especificaciones pueden contar con vacíos que varían desde un 3% hasta un 8%, sin embargo, esto implica un diseño apropiado de estas capas intermedias, el cual basados en la información con que se cuenta no se desarrolló, adicionalmente se debe garantizar una homogeneidad de la mezcla producida sin importar el contenido de vacíos para el cual haya sido diseñada, la cual no fue lograda.

De acuerdo a los documentos presentados por ITP, Informe ITP-CSJC-0018-2008, ITP-451-2008 e ITP-CSJC-0015-09, en sus apartado 1.d) ***Tipo de mezcla y el uso que se dará a la misma***, se declara: "…esta mezcla podrá ser utilizada en carpetas nuevas, sobre-capas estructurales, capas intermedias o en actividades de conservación vial tales como bacheos y capas de rodamiento no estructurales o para cualquier otra actividad que a criterio de la Constructora San José-Caldera sea viable en el uso de esta mezcla".

Nuevamente, la reducción en el contenido de asfalto, es una de las causas principales que llevarían al desarrollo de deterioros tales como desnudamiento de agregado (por la poca cobertura de asfalto), desprendimiento de agregado (por la insuficiente cantidad de ligante), formación de baches (como evolución al desprendimiento) además de una eventual pérdida de la capacidad estructural de la mezcla.

- Deterioros observados en campo

Tal como se mencionó en apartados anteriores, los problemas que se han encontrado en las diversas visitas de campo, se deben principalmente a problemas que se detectaron en la mezcla asfáltica de acuerdo a los datos suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones.

Como se pudo observar en el gráfico 3 del informe UI-PE-04-09, reproducido en los antecedentes de este informe además del gráfico 1, en el primer caso, se evidencian muchos valores de VFA por debajo de la especificación, lo que implica un bajo porcentaje de vacíos en el agregado mineral que están llenos de asfalto. Este resultado, concuerda con la gran cantidad de puntos en donde se encontró desprendimiento de agregado, lo cual impulsa la hipótesis de que al haber un bajo contendido de asfalto, este no es suficiente para mantener la integridad de la mezcla asfáltica.

Adicionalmente, en el Gráfico 1 de los antecedentes, los altos valores en la relación polvo/asfalto, muy cercanos al límite superior y en muchos casos fuera de los límites de la especificación, evidencian de nuevo un bajo contenido de asfalto en la mezcla, que junto con un alto porcentaje de partículas finas en la mezcla (siendo estas, mezclas densas –finas), podría ser el causante de un bajo recubrimiento en las partículas de agregado, que finalmente desencadenaría en un fácil desprendimiento de agregado.

Ambas condiciones anteriormente mencionadas se pueden ver como una acumulación de faltas en la producción de la mezcla, lo cual se reflejaría en un fácil desnudamiento del agregado, el desprendimiento del mismo de la carpeta asfáltica, y la posterior aparición de baches, así mismo, estas características de la mezcla asfáltica le confieren una alta rigidez la cual la hacen susceptible al fisuramiento y una baja resistencia a la humedad por el deficiente recubrimiento de las partículas de agregado. Como se puede interpretar de las causas de la patología presentada; falta de recubrimiento, rigidez, susceptibilidad a la fatiga y de daño por humedad; queda claro que dado el inicio de un deterioro con estas características, es muy probable que evolucione rápidamente. Se recomienda realizar un análisis de la información de control de calidad relacionada con la resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica para así cuantificar mediante un parámetro más directo las consecuencias en la

durabilidad de la mezcla asfáltica, esta información no estaba disponible al momento de realizar el presente informe.

- Defectos constructivos señalados en las no conformidades

Como se mencionó en los antecedentes del presente informe, al realizar la revisión del expediente administrativo se hallaron una serie de no conformidades señaladas por la anterior empresa supervisora del proyecto.

Entre los fallos hallados por la supervisora, se puede decir que algunos de ellos se pudieron evidenciar en las visitas al proyecto. Por ejemplo, la falta de ligante asfáltico entre las capas de pavimento se pudo evidenciar en algunas secciones en donde se han creado baches cuya profundidad llega hasta la siguiente capa asfáltica. Esto se pudo corroborar en varias secciones e incluso fue documentado por medio de fotografías junto, a otros deterioros, las cuales se pueden hallar en los correspondientes Anexos a este informe (Anexo 2 Fotografías A-71 a A-90). Un ejemplo típico de esta condición de desprendimiento se ilustra en la fotografía 5, en donde claramente se puede ver el cambio de material entre la capa asfáltica de rodadura y el inicio de una capa intermedia.

Otro problema señalado, fue la variabilidad del proceso productivo de la mezcla asfáltica. Esto fue puesto en evidencia mediante algunos ensayos realizados en forma esporádica por la Supervisora (IMNSA), los cuales mostraron problemas en el contenido de asfalto y en la granulometría correspondiente. Problemas de este tipo se podrían evidenciar en zonas en donde se ha dado un desprendimiento generalizado de agregado, un desnudamiento del mismo, además de la creación de baches y roderas.

Otros problemas encontrados y señalados por la supervisora, tales como problemas en el extendido, mezclado y compactación de bases estabilizadas son problemas difíciles de asociar directamente con los deterioros presentados, sin embargo, se sabe que son problemas que afectarán la vida útil del pavimento. En este aspecto se considera necesario que se les de seguimiento a estas y otras faltas señaladas por la empresa supervisora, para evitar que el pavimento se vea afectado en el corto, mediano o largo plazo.

Observaciones y comentarios finales

1. Se evidenció la variabilidad en la producción de la mezcla asfáltica apuntada en el informe UI-PE-04-09, mediante los resultados de los ensayos realizados a la mezcla asfáltica por parte del Autocontrol del Concesionario.

2. Se pudo evidenciar el incumplimiento del contrato de concesión, esto en cuanto a la pérdida de agregado; así como deterioros prematuros de la estructura de pavimento colocada en el proyecto: desnudamiento severo de agregados, formación de roderas y formación de baches; entre otros.

3. Se pudo evidenciar la necesidad de realizar una intervención de la capa de ruedo del proyecto concesionado, a fin de cumplir con lo establecido en el contrato, así como garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

4. El estudio se realizó inspeccionando primordialmente la capa superior (de ruedo) de la estructura del pavimento de la vía principal, por lo que corresponde a la Supervisión del proyecto que, como lo ha venido haciendo, detalle y cuantifique los deterioros que se presenten, comunicándolos oportuna y diligentemente a la gerencia de proyecto. Así como extenderlo a rampas y rutas marginales que pertenecen al proyecto y/o que fueron construidas por el Concesionario.

5. Existen tramos de carretera donde se manifiesta deficiencias en el desempeño de la mezcla asfáltica, produciéndose deterioros acelerados que afectan al usuario de la vía. Estos tramos deben ser estudiados por el Concesionario a fin de valorar la mejor forma de intervenirlos y restituir la condición planteada en los diseños y especificaciones del proyecto.

6. Los deterioros presentados significan una reducción importante de la vida útil de las estructuras, por lo que la sociedad Concesionaria debe garantizar mediante los trabajos que realice la solución efectiva y duradera de los problemas en la carretera concesionada.

7. De no atenderse pronto el problema, es probable que se sigan presentando deterioros prematuros de la capa de ruedo. Esto provocará que la sociedad Concesionaria incurra en graves incumplimientos del contrato en lo concerniente a parámetros de calidad del pavimento. Esto repercutirá en molestias a los usuarios en el corto plazo y altos costos futuros de reparación para la Concesionaria.

Recomendaciones

1. Se recomienda al Consejo Nacional de Concesiones solicitar la corrección cabal de los defectos señalados en este informe, así como velar por que defectos como los señalados no se vuelvan a suscitar en este proyecto de concesión ni otras concesiones que a futuro se construyan en Costa Rica.
2. Se recomienda al Consejo Nacional de Concesiones velar por una estricta supervisión de cada una de las obras y labores que se realicen en los proyectos de concesión, en busca del resguardo de las vidas humanas, los fondos públicos y del patrimonio vial del país.

Anexos

- Anexo Fotográfico #1: Recorrido general del proyecto 27 y 29 de Octubre de 2010.
- Anexo Fotográfico #2: Detalle de la evolución de los deterioros.
- Anexo Fotográfico #3: Trabajos realizados en la estructura de pavimento de la Carretera Concesionada
- Anexo Fotográfico #4: Otros elemento observados.

Prepararon el informe:

Ing. Edgar Camacho G.
Unidad de Investigación
en Infraestructura Vial
PITRA-LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Ing. José Pablo Corrales A.
Unidad de Investigación
en Infraestructura Vial
PITRA-LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Revisión técnica:

Ing. Fabián Elizondo A., MBa
Coordinador Laboratorio Infraestructura Vial
Coordinador Unidad de Investigación
Sub Coordinador PITRA-LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Ing. Luis Guillermo Loría S., M. Sc.
Coordinador General
PITRA – LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Revisión legal:

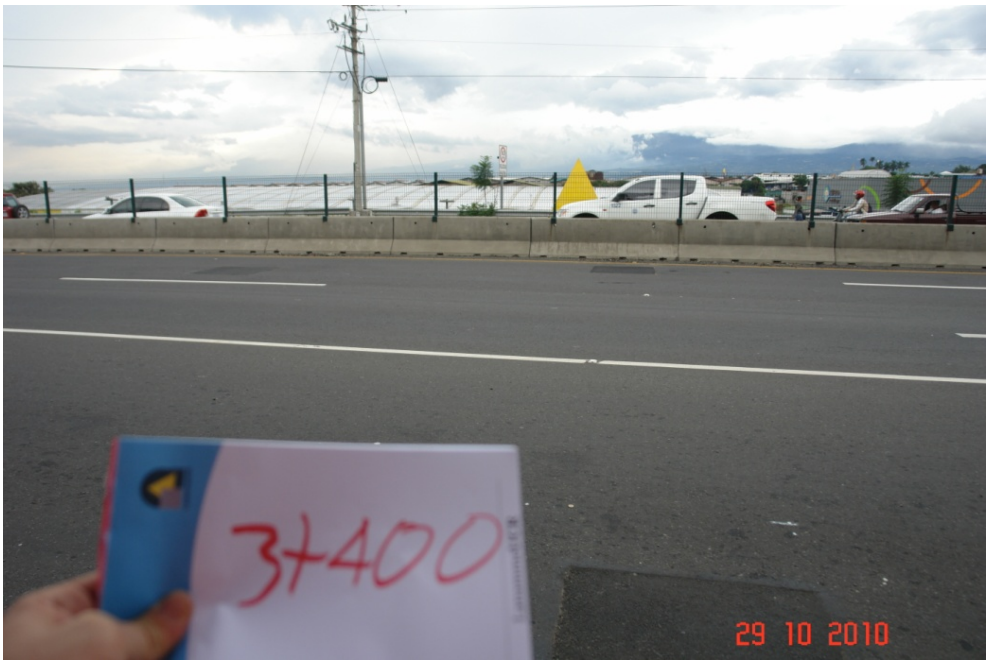
Lic. Miguel Chacón A.
Asesor Legal Externo
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

----------Final del informe ----------

INFORME DE ASESORÍA
INF-PITRA-003-2010

Anexo #1:
Recorrido general del proyecto
27 y 29 de Octubre de 2010

Fotografía A-1: Kilómetro 1+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-2: Kilómetro 3+400, baches varios sobre la huella de los vehículos y en el espacio destinado para la parada del autobús, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-3: Kilómetro 5+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-4: Kilómetro 6+000, problemas de recubrimiento leve del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-5: Kilómetro 7+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-6: Kilómetro 8+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado de tamaño intermedio, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-7: Kilómetro 10+050, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado de tamaño intermedio, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-8: Kilómetro 11+450, problemas de recubrimiento leve del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-9: Kilómetro 13+500, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-10: Kilómetro 14+250, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida leve de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-11: Kilómetro 17+400, problema severo de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada, bacheo y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-12: Kilómetro 19+600, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-13: Kilómetro 21+000, problemas de recubrimiento leve del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida ligera de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-14: Kilómetro 22+200, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-14: Kilómetro 23+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-15: Kilómetro 24+250, problemas de recubrimiento del agregado, desprendimientos, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-15: Kilómetro 24+350, problemas de recubrimiento del agregado, desprendimientos, bacheo y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

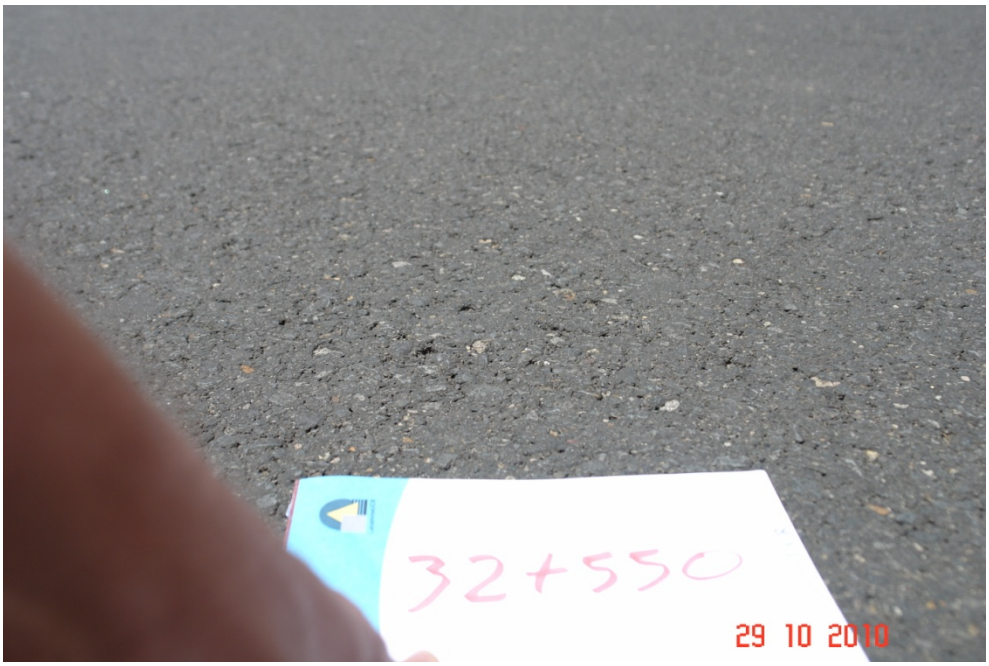
Fotografía A-16: Kilómetro 24+500, problemas de recubrimiento del agregado, desprendimientos, bacheo y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-17: Kilómetro 25+350, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-18: Kilómetro 26+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida severa de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-19: Kilómetro 29+500, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-20: Kilómetro 30+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-21: Kilómetro 32+550, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-22: Kilómetro 33+800, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-23: Kilómetro 36+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-24: Kilómetro 36+400, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, deformaciones y ondulaciones de la calzada por el movimiento del talud, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

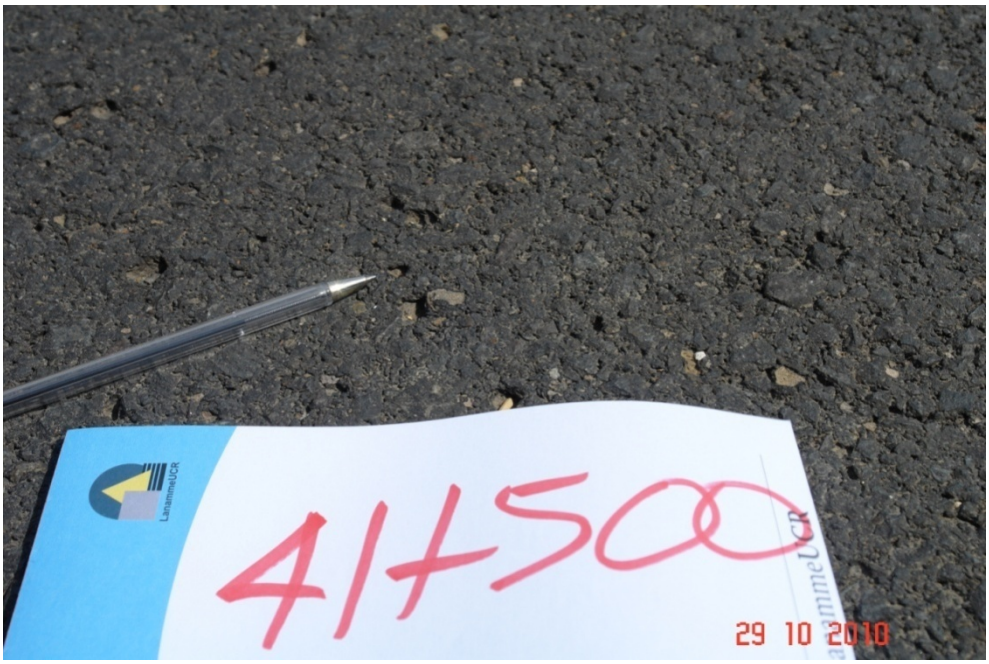
Fotografía A-25: Kilómetro 37+450, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida importante de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-26: Kilómetro 38+470, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida importante de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-27: Kilómetro 38+850, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida importante de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-28: Kilómetro 39+520, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-29: Kilómetro 40+800, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida importante de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-30: Kilómetro 41+500, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida importante de agregado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-31: Kilómetro 43+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-32: Kilómetro 44+200, problemas de recubrimiento del agregado, ondulaciones de la calzada debido al movimiento del relleno, grietas longitudinales selladas con asfalto y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-33: Kilómetro 44+400, problemas de recubrimiento del agregado, ondulaciones de la calzada por movimiento del relleno y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-33: Kilómetro 44+400, problemas de recubrimiento del agregado, ondulaciones de la calzada por movimiento del relleno, grietas selladas con asfalto y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-35: Kilómetro 46+000, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-36: Kilómetro 50+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-37: Kilómetro 52+000, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-38: Kilómetro 55+250, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida severa de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-39: Kilómetro 56+750, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida severa de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-40: Kilómetro 61+600, mancha de exudación, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-41: Kilómetro 63+900, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada, desprendimientos y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-42: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, ahuellamiento, desprendimientos y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-43: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, ahuellamiento leve y pérdida importante de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-44: Kilómetro 66+600, problemas de recubrimiento importante del agregado, agrietamientos leves, ahuellamiento leve y pérdida importante de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-45: Kilómetro 69+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-46: Kilómetro 71+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos graves (localizados, no generalizados) y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-47: Kilómetro 72+000, problemas de recubrimiento del agregado, condición lisa a la vista de la calzada y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

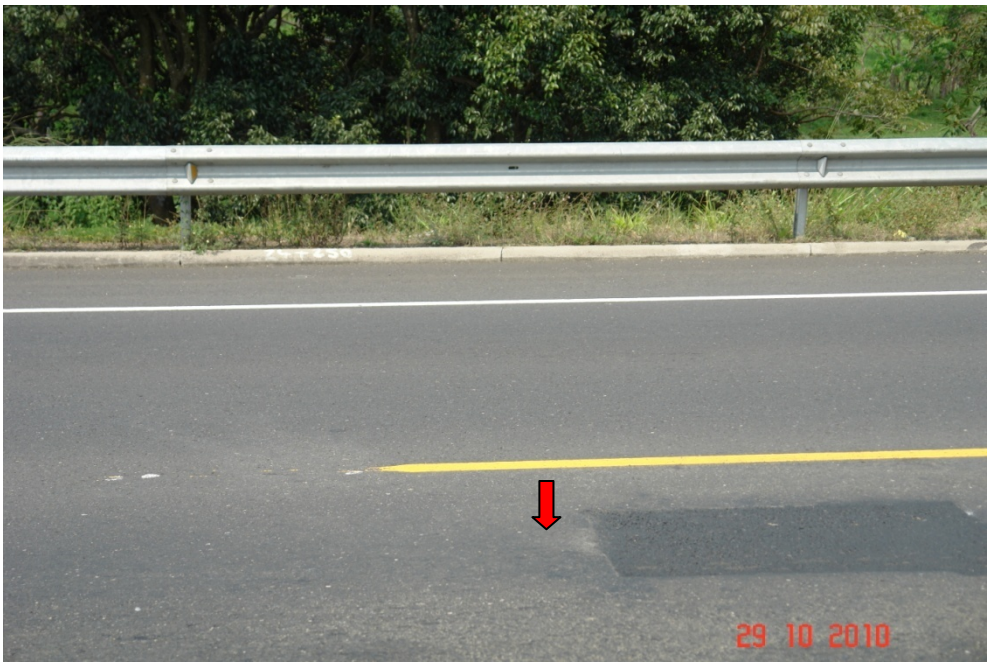
Fotografía A-48: Kilómetro 73+350, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, ahuellamiento leve, agrietamientos y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-49: Kilómetro 73+350, problemas de recubrimiento del agregado, bacheo, ahuellamiento leve, agrietamientos y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-50: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, inicio de desprendimientos y pérdida de agregado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

INFORME DE ASESORÍA
INF-PITRA-003-2010

Anexo #2:
Detalle de la evolución de una muestra de deterioros



Fotografía A-51: Kilómetro 24+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache cerrado, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-52: Kilómetro 24+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a bache cerrado, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-53: Kilómetro 24+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-54: Kilómetro 24+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a bache cerrado, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-55: Kilómetro 24+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache cerrado, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-56: Kilómetro 24+500, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a baches cerrados, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-57: Kilómetro 24+500, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a baches cerrados, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-58: Kilómetro 24+500, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y baches cerrados, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-59: Kilómetro 24+500, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y baches cerrados, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-60: Kilómetro 24+550, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-61: Kilómetro 24+550, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto junto a bache cerrado, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-62: Kilómetro 24+550, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y baches cerrados, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-63: Kilómetro 25+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache abierto, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-64: Kilómetro 25+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

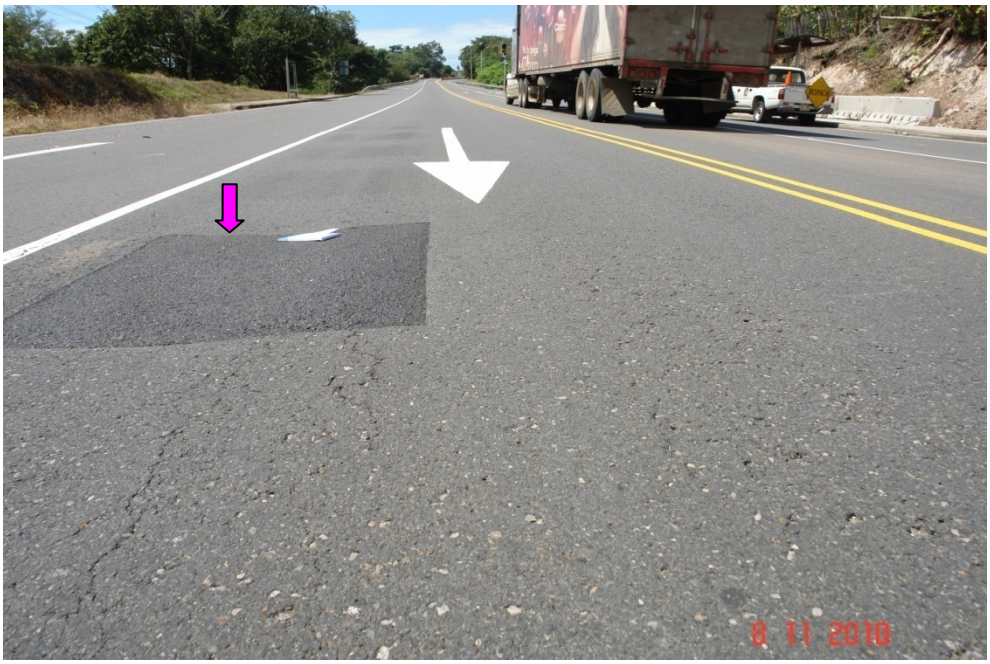
Fotografía A-65: Kilómetro 52+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, baches abiertos, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-66: Kilómetro 52+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, baches cerrados y suciedad de la calzada, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-67: Kilómetro 52+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, baches cerrados, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-68: Kilómetro 63+070, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-69: Kilómetro 63+070, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-70: Kilómetro 63+070, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-71: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento severo, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-72: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado y bache abierto, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-73: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento severo, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache abierto, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

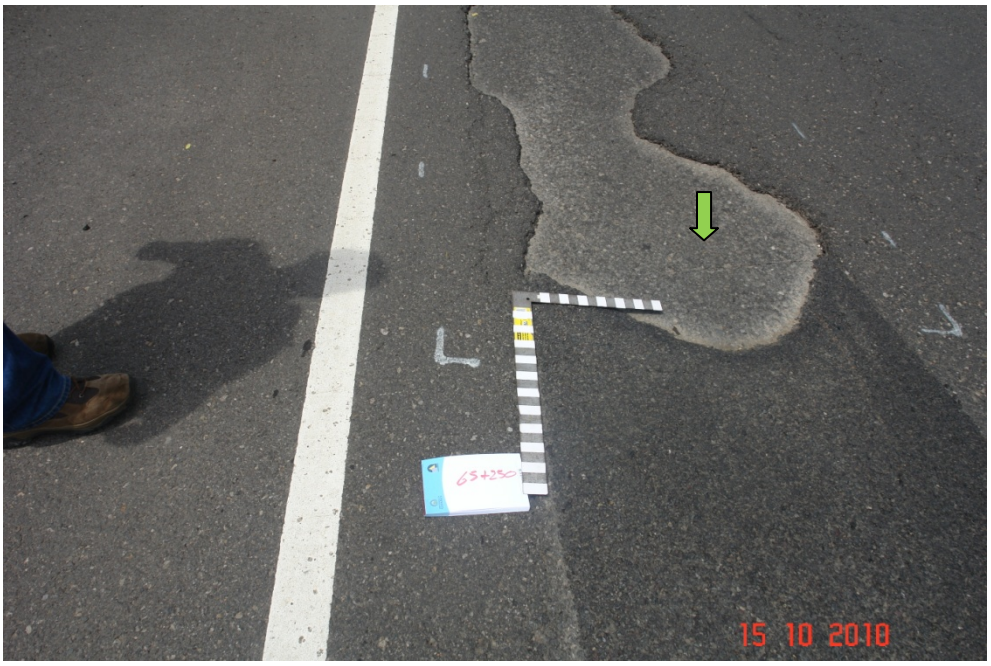
Fotografía A-74: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-75: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-76: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, baches cerrados, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-77: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache cerrado, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-78: Kilómetro 65+250, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



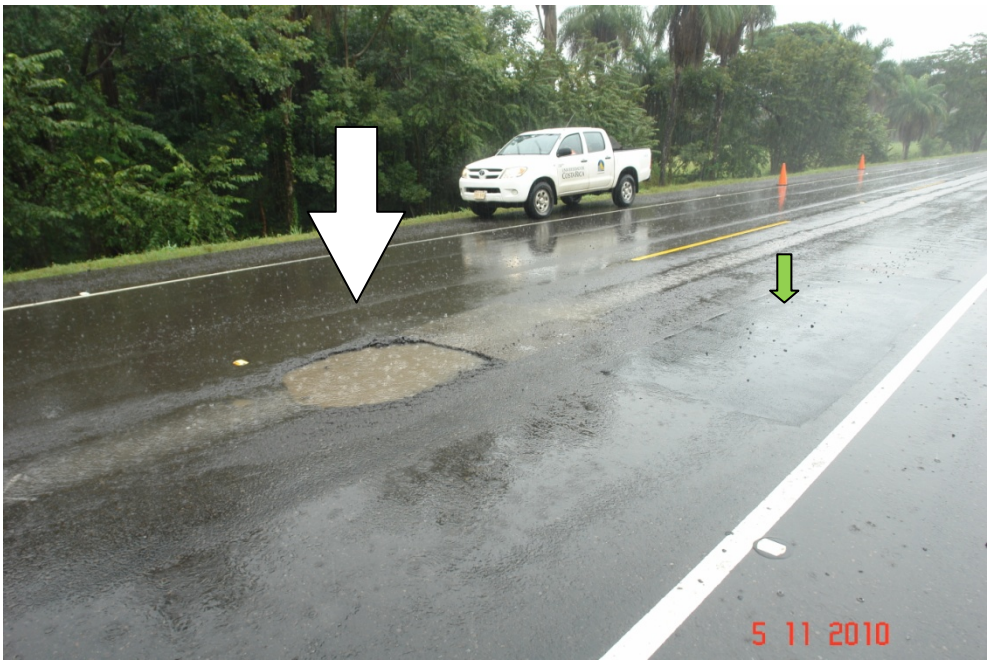
Fotografía A-79: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto junto a bache cerrado, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-80: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto junto a bache cerrado, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-81: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-82: Kilómetro 65+300, desnudamiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-83: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y baches cerrados, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



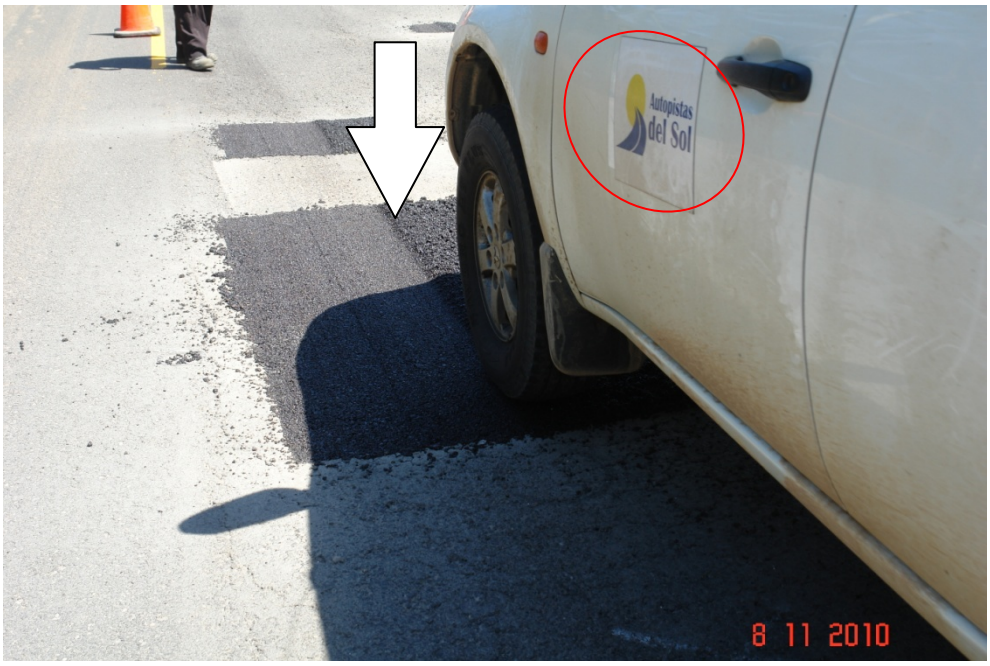
Fotografía A-84: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y baches cerrados, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-85: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y baches cerrados, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-86: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, baches abiertos y baches cerrados, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-87: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, baches abiertos y baches cerrados, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

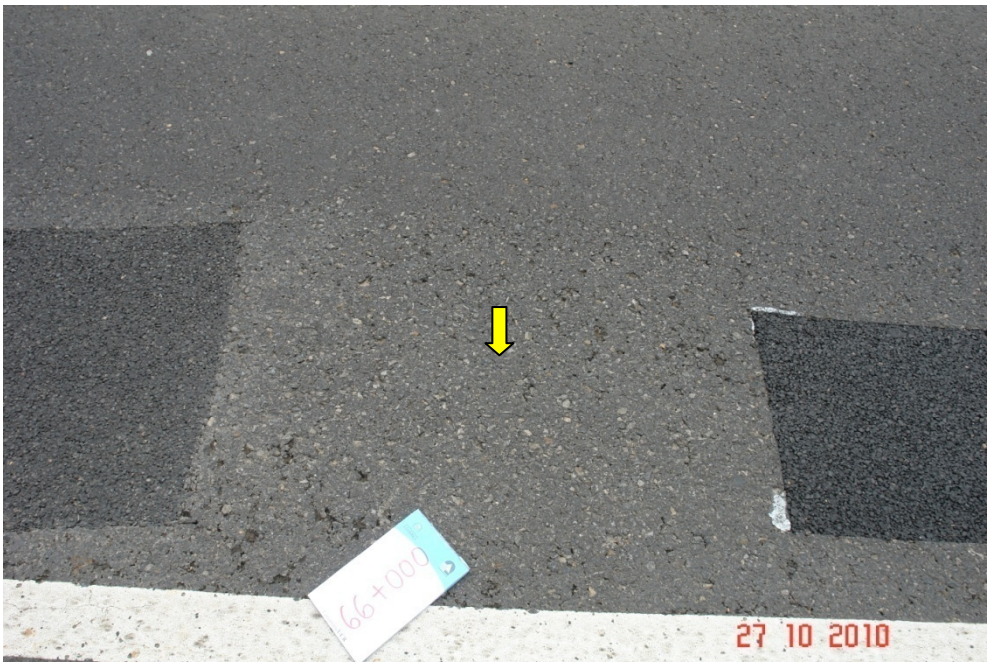
Fotografía A-88: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, baches abiertos y baches cerrados, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-89: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-90: Kilómetro 65+300, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento severo, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-91: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



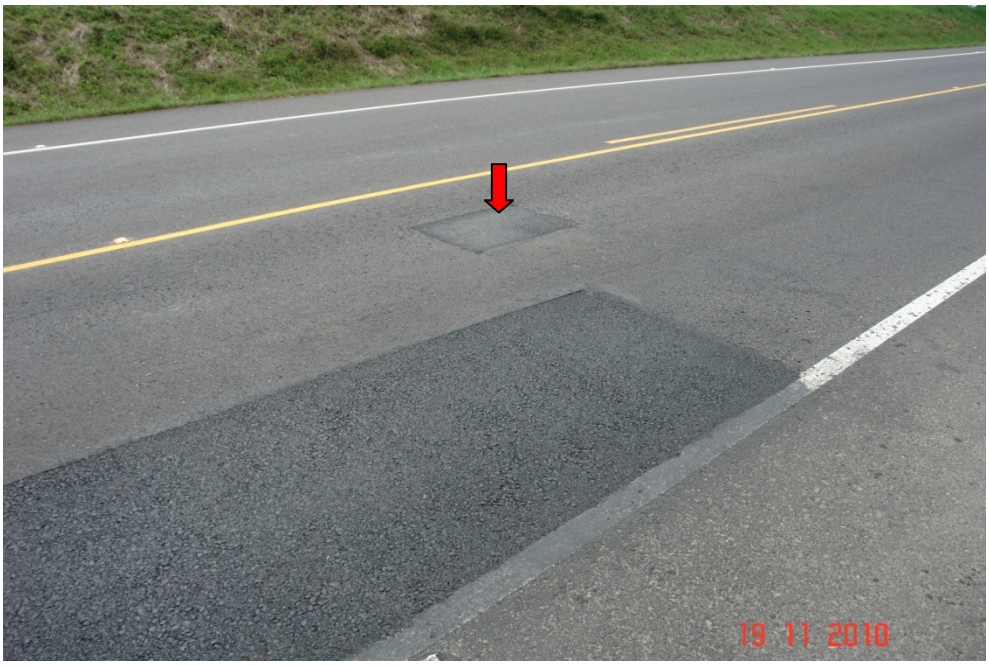
Fotografía A-92: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento leve, pérdida de agregado, ahuellamiento y baches cerrados, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-93: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-94: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-95: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-96: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



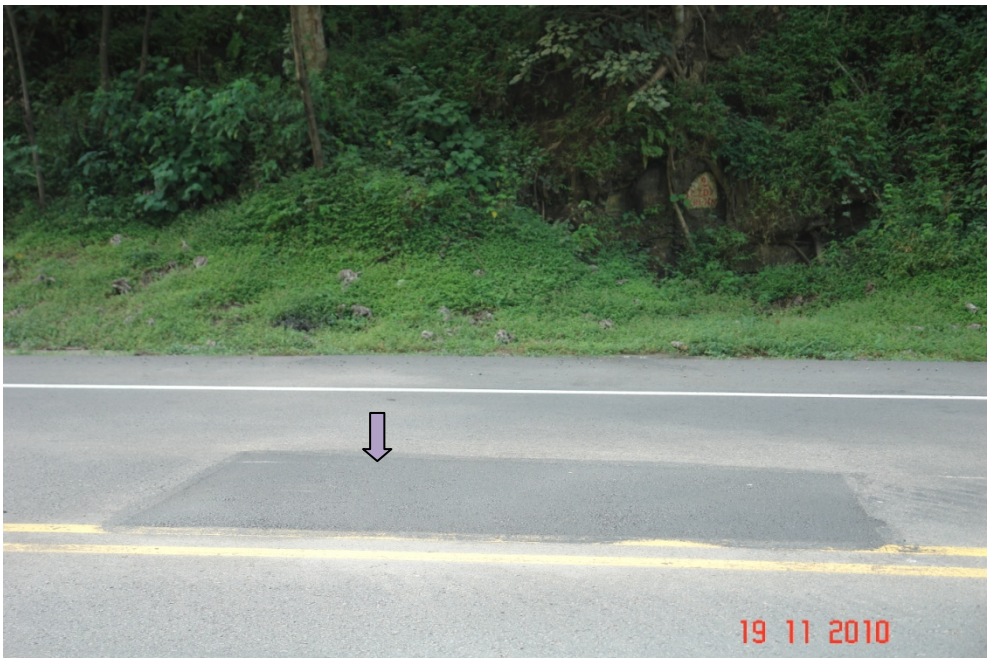
Fotografía A-97: Kilómetro 66+000, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-98: Kilómetro 68+300, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento severo, pérdida de agregado y bache abierto, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-99: Kilómetro 68+300, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-100: Kilómetro 71+050, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, desprendimiento, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-101: Kilómetro 71+050, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y bache abierto, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-102: Kilómetro 71+050, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y bache cerrado, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-103: Kilómetro 71+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, agrietamientos y desprendimientos, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-104: Kilómetro 71+250, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-105: Kilómetro 73+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento, agrietamientos y desprendimientos, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

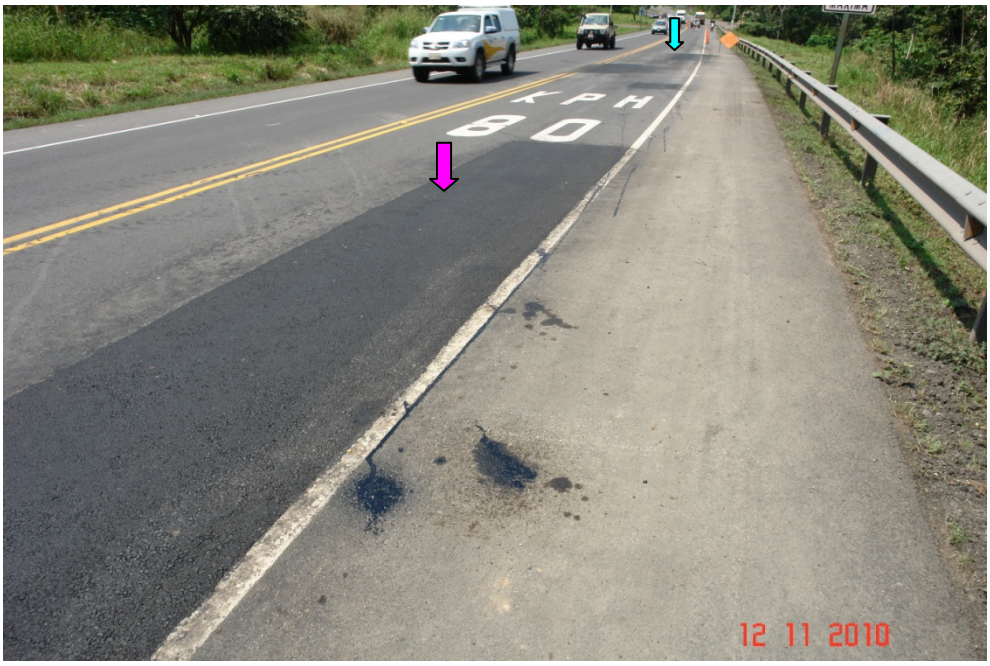
Fotografía A-106: Kilómetro 73+000, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado y bache cerrado, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-107: Kilómetro 73+350, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado y baches cerrados, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-108: Kilómetro 73+350, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado y baches cerrados, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-109: Kilómetro 73+400, desnudamiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado y baches cerrados, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

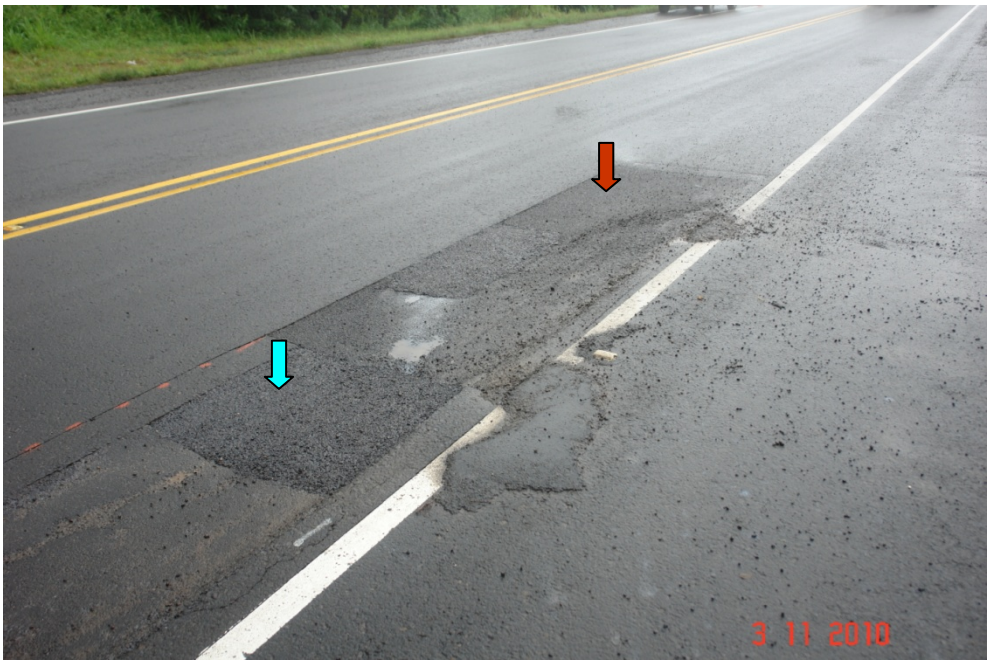
Fotografía A-110: Kilómetro 73+400, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado y baches cerrados, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



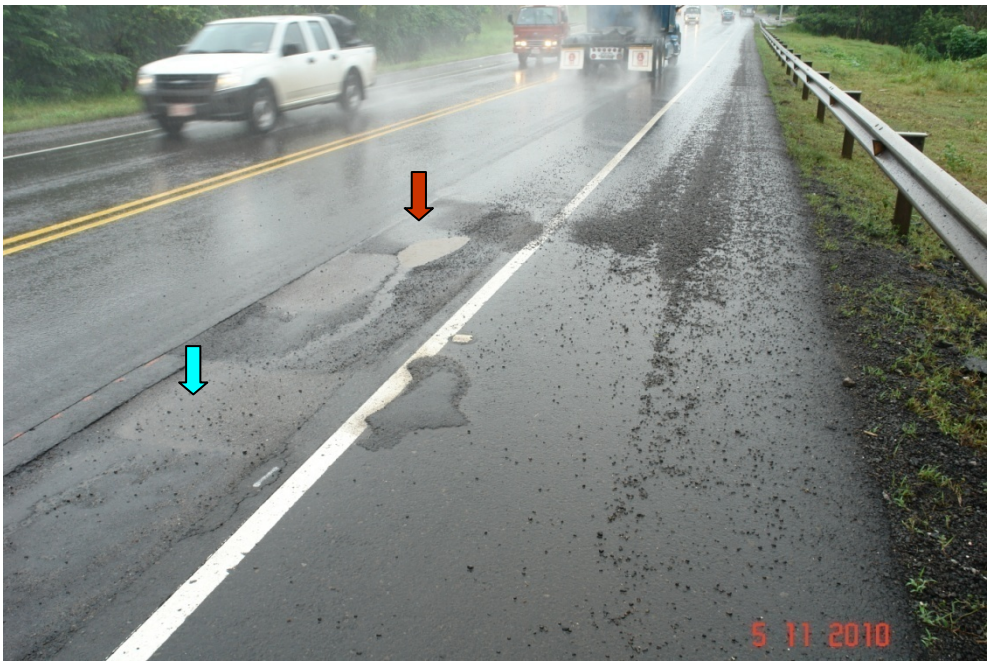
Fotografía A-111: Kilómetro 73+400, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado y baches cerrados, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-112: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, deformaciones, pérdida de agregado y baches cerrados, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-113: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-114: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-115: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-116: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-117: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

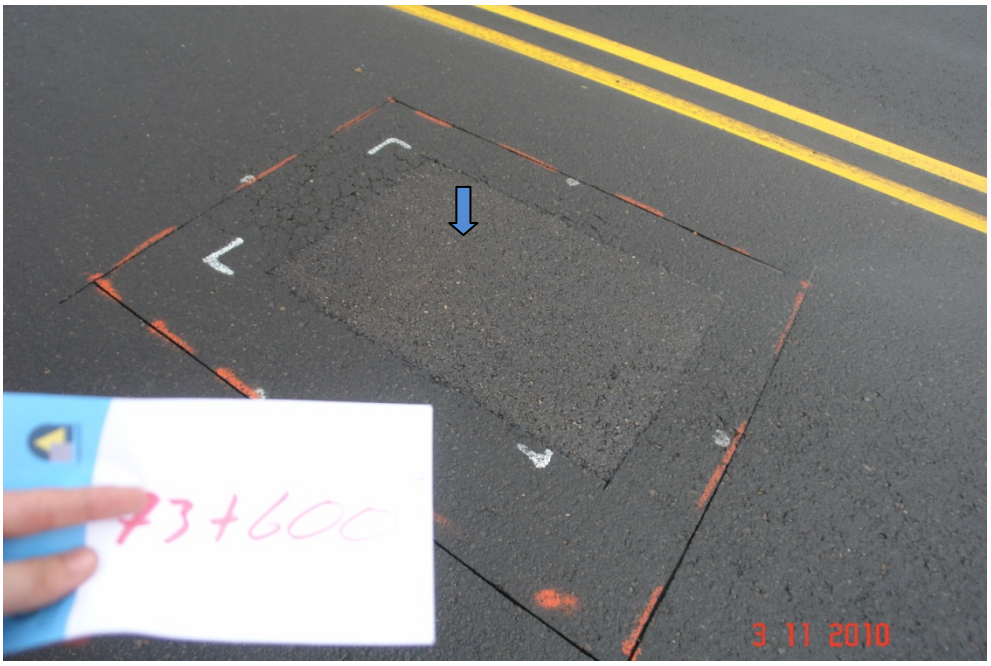
Fotografía A-118: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-119: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

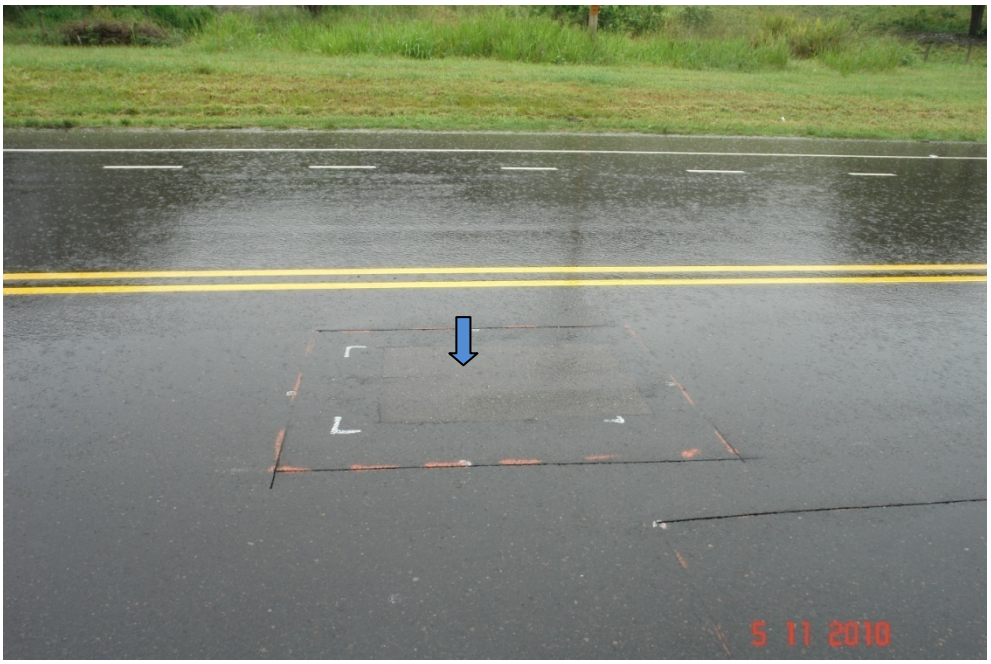
Fotografía A-120: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamientos, pérdida de agregado, ahuellamiento, bache abierto y bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-121: Kilómetro 73+450, problemas de recubrimiento del agregado, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-122: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento severo, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache abierto, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-123: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-124: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-125: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, desprendimientos, ahuellamiento y bache cerrado, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-126: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-127: Kilómetro 73+600, problemas de recubrimiento del agregado, agrietamiento, pérdida de agregado, ahuellamiento y bache cerrado, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

INFORME DE ASESORÍA
INF-PITRA-003-2010

Anexo #3:
Trabajos realizados en la estructura de pavimento de la Carretera Concesionada

Fotografía A-128: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-129: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-130: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-131: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-132: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

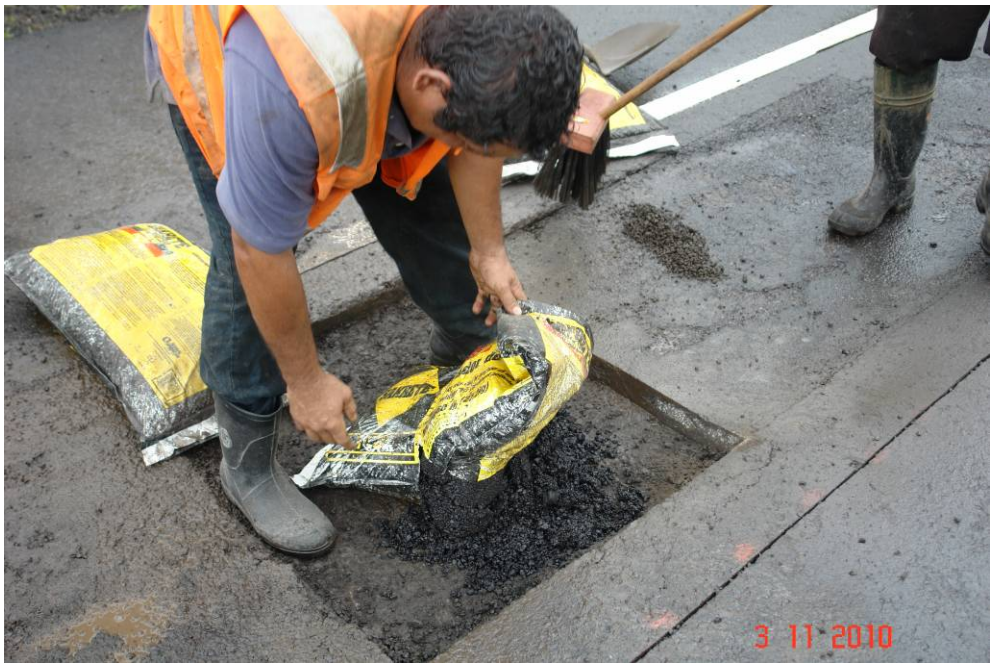
Fotografía A-133: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-134: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-135: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-136: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-137: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-138: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-139: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-140: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-141: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-142: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-143: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-144: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-145: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-146: Kilómetro 71+450, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-147: Kilómetro 71+450, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-148: Kilómetro 65+300, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-149: Kilómetro 65+300, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-150: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-151: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-152: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-153: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-154: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-155: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-156: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-157: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-158: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-159: Kilómetro 65+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

INFORME DE ASESORÍA
INF-PITRA-003-2010

Anexo #4:
Otros elementos observados

Fotografía A-160 Kilómetro 34+000, ahuellamiento, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-161: Kilómetro 34+000, ahuellamiento, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-162: Kilómetro 34+000, ahuellamiento, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-163: Kilómetro 34+000, ahuellamiento y accidente, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-164: Kilómetro 34+000, ahuellamiento y accidente, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-165: Kilómetro 34+000, ahuellamiento y accidente, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-166 Kilómetro 73+600, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-167 Kilómetro 72+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-168 Kilómetro 47+500, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-169 Kilómetro 47+500, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-170 Kilómetro 50+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-171 Kilómetro 65+300, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-172 Kilómetro 13+000, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-173 Kilómetro 55+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-174 Kilómetro 52+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-175 Kilómetro 50+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-176 Kilómetro 35+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-177 Kilómetro 18+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-178 Kilómetro 29+000, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-179 Kilómetro 29+000, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-180 Kilómetro 30+300, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-181 Kilómetro 46+000, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-182 Kilómetro 26+000, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-183 Kilómetro 63+070, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-184 Kilómetro 65+250, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-185 Kilómetro 65+300, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-186 Kilómetro 65+300, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-187 Kilómetro 56+000, 27 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-188 Kilómetro 73+400, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-189 Kilómetro 73+400, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-190 Kilómetro 41+000, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-191 Kilómetro 30+000, 29 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-192 Kilómetro 28+350, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-193 Kilómetro 36+400, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-194 Kilómetro 36+400, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-195 Kilómetro 36+400, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

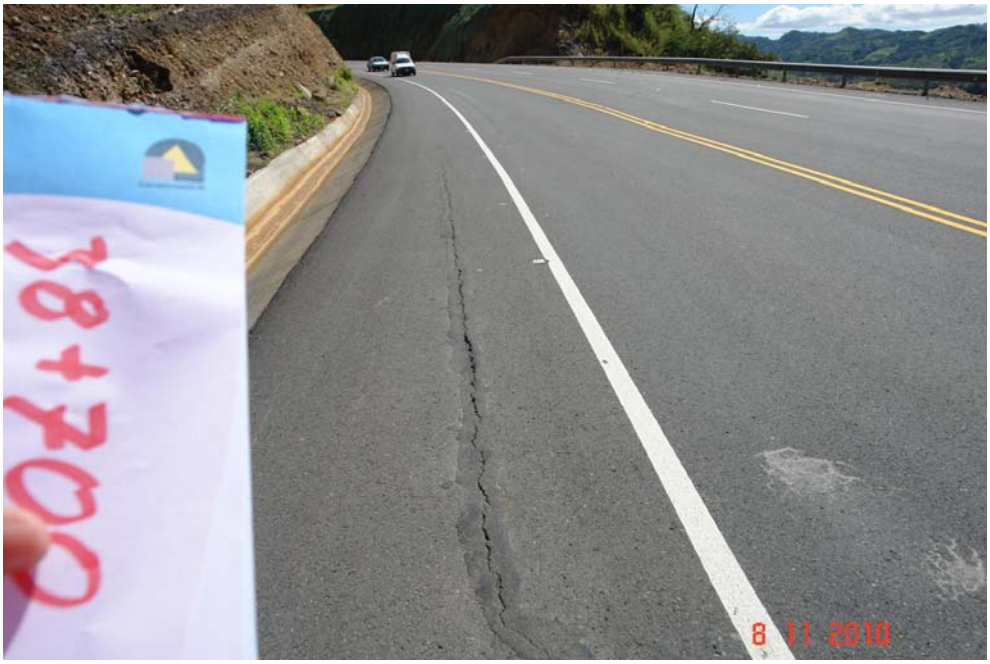
Fotografía A-196 Kilómetro 36+400, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-197 Kilómetro 38+700, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-198 Kilómetro 38+700, 15 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. José Pablo Corrales A.

Fotografía A-199 Kilómetro 38+700, 3 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-200 Kilómetro 38+700, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.



Fotografía A-201 Kilómetro 38+700, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-202 Kilómetro 38+700, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-203 Kilómetro 38+700, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-204 Kilómetro 44+200, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-205 Kilómetro 44+200, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-206 Kilómetro 44+200, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-207 Kilómetro 44+200, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-208 Kilómetro 44+200, 8 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-209 Kilómetro 44+400, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-210 Kilómetro 44+400, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-211 Kilómetro 44+400, 27 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-212 Kilómetro 44+400, 5 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-213 Kilómetro 44+400, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-214 Kilómetro 44+400, 12 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-215 Kilómetro 44+400, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-216 Kilómetro 1+000, 29 de Octubre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.

Fotografía A-217 Kilómetro 66+000, 19 de Noviembre de 2010.
Fuente: Ing. Edgar Camacho G.