



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Informe: LM – PI – UGERVN – 16 – 2018

Evaluación del estado de las Rutas Nacionales 204 y 211, tramo Zapote – San Francisco – La Colina

Informe Corto

Preparado por:

**Unidad de Gestión y Evaluación
de la Red Vial Nacional
PITRA – LanammeUCR**

San José, Costa Rica
Noviembre, 2018



Documento generado con base en el Art. 6 incisos c) y d) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.2, Art. 3 al 19 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

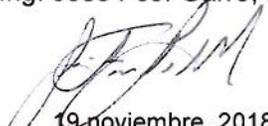
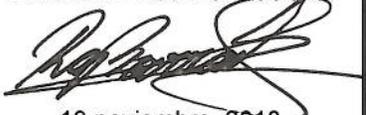
1. Informe LM – PI – UGERVN – 16 – 2018		2. Copia No. 1
3. Título Evaluación del estado de las juntas de las losas de concreto, Rutas Nacionales 204 y 211, tramo Zapote – San Francisco – La Colina		4. Fecha del Informe Noviembre, 2018
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias		
7. Resumen <i>Los tramos Zapote – San Francisco y San Francisco – La Colina, pertenecen respectivamente a las rutas nacionales 204 y 211, y son de los pocos tramos de la Red Vial Nacional con la calzada construida en pavimento rígido. Para proteger la alta inversión realizada durante la construcción de un tramo de esta naturaleza, es de esperarse un plan de mantenimiento que garantice niveles de servicio óptimos; sin embargo, en los últimos años la UGERVN ha preparado informes donde se señalan deficiencias que si bien no afectan su operación actual, a la larga pueden provocar problemas mayores que incluso requerirán sacar de operación este tramo, para realizar los debidos arreglos. Con base en la visita realizada este año y el nivel de problemas encontrado, se decidió calcular el Índice de Condición PCI para esta ruta, para que la administración cuente con un valor de referencia, y planificar las actividades de mantenimiento que ayuden a conservar tanto los niveles de servicio, como la inversión realizada.</i>		
8. Palabras clave Zapote, San Francisco, La Colina, pavimento rígido, juntas, deterioros	9. Nivel de seguridad Ninguno	10. No. de páginas 22
11. Ejecución del proyecto Ing. José Fco. Garro, MSc.  19 noviembre, 2018	12. Colaboradores Ing. Christian Valverde  19 noviembre, 2018	Asist. Mey Lin Vega 19 noviembre, 2018
13. Revisado por Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR 19 noviembre, 2018	Ing. Roy Barrantes J. Coordinador, Unidad de Evaluación Red Vial Nacional  19 noviembre, 2018	14. Aprobado por Ing. Guillermo Loría S., PhD. Coordinador General PITRA  19 noviembre, 2018



Tabla de Contenidos

1. Introducción	4
2. Antecedentes	5
3. Deterioros observados	6
4. Resultados obtenidos	8
5. Recomendaciones de actividades para la ruta	12
6. Estado del relleno de aproximación, río María Aguilar	16
7. Otras observaciones	19
8. Conclusiones	21

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del proyecto	4
Figura 2 Reparación con asfalto est. 0+260	7
Figura 3 Deterioro de losa est. 0+030	7
Figura 4 Desprendimiento de sello de junta, est. 0+170	8
Figura 5 Equipo de Imágenes Georeferenciadas	8
Figura 6 Resultados deterioros tramo Zapote – San Francisco	9
Figura 7 Estado del sello de junta tramo Zapote – San Francisco	10
Figura 8 Resultados deterioros tramo San Francisco – La Colina	11
Figura 9 Estado del sello de junta tramo San Francisco – La Colina	12
Figura 10 Daño severo parche pequeño est. 1+165	15
Figura 11 Vista puente sobre río María Aguilar	17
Figura 12 Bache en relleno de aproximación	17
Figura 13 Vista puente sobre río María Aguilar	18
Figura 14 Estado de la demarcación horizontal est. 1+215	19
Figura 15 Estado de platina de borde est. 0+000	20
Figura 16 Estado de junta de expansión puente sobre río Tiribi	21

Índice de Tablas

Tabla 1 Deterioros y severidades, mantenimiento rutinario	13
Tabla 2 Deterioros y severidades, mantenimiento preventivo	14
Tabla 3 Deterioros y severidades, mantenimiento correctivo	16

1. Introducción

Menos del 1% del total de la longitud de la Red Vial Nacional está conformada por pavimentos rígidos. Entre estos proyectos destacan el tramo Limonal – Puente sobre el Río Tempisque (Ruta 18), la Radial a Alajuela (Ruta 153), Cruce de Moravia hacia Coronado (Ruta 218) y los tramos Zapote – San Francisco de Dos Ríos y San Francisco de Dos Ríos – La Colina, ubicándose éstos 2 últimos en las Rutas 204 y 211, respectivamente (Figura 1). En general, los pavimentos rígidos representan una inversión inicial mayor en comparación con los pavimentos flexibles; sin embargo, su nivel de servicio se puede mantener a lo largo de muchos años siempre y cuando se le apliquen técnicas de mantenimiento adecuadas.

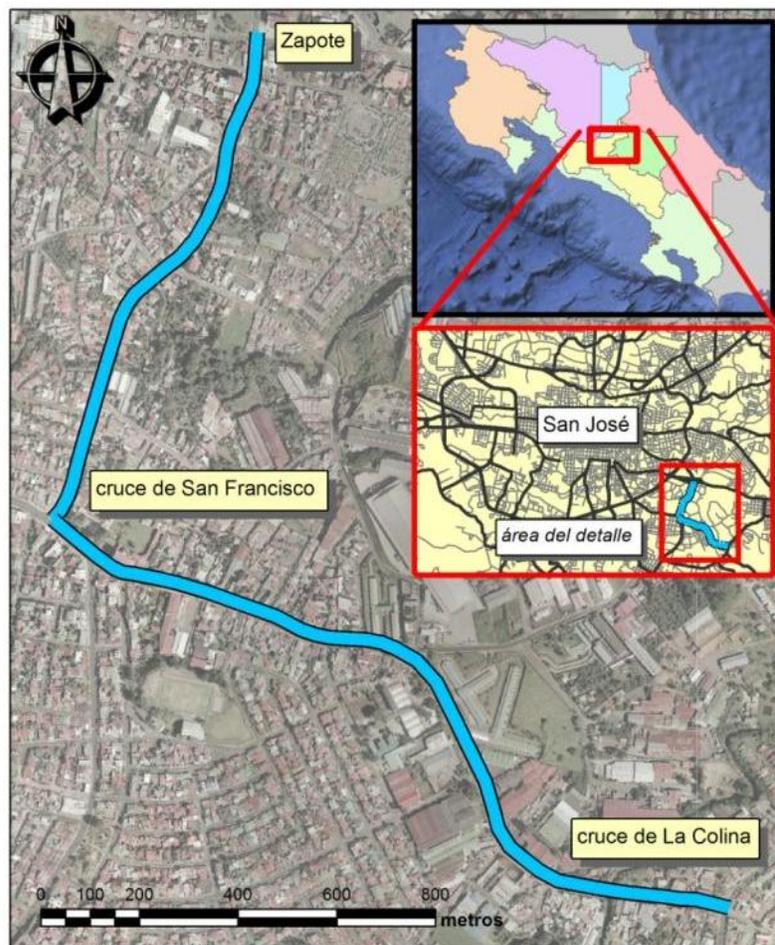


Figura 1: Ubicación del proyecto evaluado

El proyecto evaluado en este informe consta de 2 tramos principales: el primero de ellos, comienza en la esquina suroeste de la iglesia católica de Zapote, y se extiende por 1060 metros hasta el cruce de semáforos de San Francisco de Dos Ríos. El



segundo tramo arranca en el citado cruce, y termina en la intersección con semáforos de La Colina, y tiene una extensión de 1560 metros. Presenta dos carriles por sentido de circulación en toda su longitud, y cada tramo tiene un puente (río María Aguilar en el tramo Zapote – San Francisco, un puente antiguo de sólo un carril por sentido; y el río Tiribí en el otro tramo, construido al tiempo que el tramo fue intervenido, y presenta 2 carriles por sentido).

La ruta evaluada en este informe, fue sometida a una intervención mayor que significó pasar de una superficie asfaltada, a una estructura conformada por losas de concreto (20 a 23 cm de espesor), colocadas sobre una base estabilizada. Las obras, cuya orden de inicio se dio en en abril del año 2007, también abarcaron la construcción de aceras, cabezales de alcantarilla, la construcción del citado puente sobre el Río Tiribí, construcción de cordón y caño en toda la longitud, y la señalización vertical y horizontal. Con una inversión de 5,1 millones de dólares (\$1,96 millones por km), las obras finalizaron en la primera mitad del año 2009.

2. Antecedentes

Tal y como fue señalado en su momento por informes de la Unidad de Auditoría Técnica del *LanammeUCR*, durante la construcción de este tramo, no se siguieron prácticas correctas que pudieron generar problemas en la obra final. Destaca el hecho de que la base estabilizada estuvo expuesta durante mucho tiempo tanto a los elementos como al paso del tránsito, lo cual significó intervenirla en varias ocasiones, hasta la construcción final de las losas de concreto. Como nota, en el mismo año 2009, a pocos meses de abierta la ruta y debido a los deterioros prematuros detectados en varios sitios del proyecto¹, el entonces Ministro de Transportes solicitó asesoría al *LanammeUCR* para determinar sus causas, y proponer soluciones.

Por parte de la *Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional UGERVN*, en junio del año 2015 se publicó el informe *LM-PI-UGERVN-6-2015*, el cual muestra los resultados de la evaluación realizada sobre el tramo. Con base en el recorrido a pie realizado, se enumeraron, fotografiaron y se referenciaron con GPS la totalidad de deterioros en ambos carriles, así como la condición del sello de todas las juntas entre losas. Con base en una escala creada con 4 niveles de condición, se determinó que el estado de estos sellos, especialmente en los carriles de venida (San Francisco – Zapote, y La Colina – San Francisco), presentaban un porcentaje alto en las categorías 3 y 4, es decir, sellos con desprendimientos parciales o totales, que permiten la acumulación de suciedad e incompresibles en la junta, además de la filtración de agua hacia la base, lo que puede ocasionar agrietamientos a futuro, así como la falla parcial o total de las losas involucradas. Además de esto, los resultados dado por el Perfilómetro Láser señalaron un tramo con más de 3 cuartas partes de longitud con

¹ Entre los deterioros que se presentaron en esos momentos, destacaban las grietas longitudinales, transversales y de borde en varias losas, desprendimiento de agregados en otras, huecos y deterioros en varias juntas.



valores de IRI altos a muy altos, lo cual además de repercutir en los costos de operación de la flota vehicular que por dicho tramo circula, incide negativamente sobre el tramo mismo al aumentar las cargas dinámicas, y por ende, causar fatiga prematura.

Con el informe LM-PI-UGERVN-3-2017 publicado en marzo del año 2017, además de las mismas evaluaciones del informe anterior, se incorporó el parámetro de la Transferencia de Carga entre losas (*LTE* por sus siglas en inglés): usando el Deflectómetro de Impacto en la configuración especial dada por el FHWA, se puede evaluar la eficiencia mecánica con que las losas transfieren cargas mediante las dovelas insertadas en sus bordes. En este aspecto, el tramo presentó una buena condición estructural, dado que 2 terceras partes de la muestra evaluada arrojaron eficiencias del 90% o más; mientras que la tercera parte restante, presenta eficiencias por encima del 80%. Por su parte, la evaluación con el Perfilómetro Láser se realizó en los 4 carriles del tramo: los resultados obtenidos mostraron que para cada uno, al menos 3 cuartas partes de su longitud presentaron valores de IRI en los rangos alto a muy alto (la evaluación del informe del año 2015 se realizó únicamente en uno de los 4 carriles). Además, algunos puntos señalados con deterioros en el informe anterior, fueron reparados, sólo que el trabajo se realizó con asfalto; mientras que otros puntos permanecieron sin variación. Por último, se apreció una mejora apreciable en la condición del sello de las juntas con respecto a la evaluación anterior, aunque todavía un porcentaje importante de las mismas presentaban desprendimientos parciales o totales de dicho sello.

3. Deterioros observados en el año 2018

En preparación para este informe, se realizó una gira de inspección a finales de marzo del presente año. La ruta fue recorrida de manera parcial, parando sólo en aquellos sitios que tuvieran deterioros evidentes, para tomar fotos y guardar un registro con GPS. Al comparar los puntos observados, con aquellos obtenidos en la evaluación anterior, se comprobó que la mayor parte de problemas de deterioros aún persisten. En este tema, y como fue mencionado anteriormente, en la evaluación realizada en el año 2017 se detectaron varias losas que presentaron mezcla asfáltica a manera de reparación; en la visita de este año se comprobó que el número de sitios con este problema aumentó. Al revisar la ubicación de los sitios nuevos en comparación con evaluaciones pasadas, no se detectaron problemas evidentes como deterioros u otros, por lo que no es posible establecer la causa por la cual dichas “reparaciones” fueron realizadas. Por último, se observaron gran cantidad de juntas sin el sello, o bien con desprendimientos importantes de este elemento.

Las Figuras 2 a 4 muestran ejemplos de puntos con deterioros, en el tramo evaluado.



Figura 2: Reparación de losa con mezcla asfáltica, carril de venida, tramo Zapote – San Francisco, est. 0+260, frente al edificio de Correos de Costa Rica. Las áreas rojas muestran la ubicación de grietas transversales en las losas.



Figura 3: Desprendimiento severo de material en la losa, tramo San Francisco – La Colina, carril de venida, al inicio del tramo (intersección con final de Zapote – San Francisco).



Figura 4: Desprendimiento del sello en la junta, tramo Zapote – San Francisco est. 0+170, sentido de ida.

4. Resultados obtenidos

El tramo en estudio se evaluó con el Equipo de Imágenes Georeferenciadas (Figura 5). Debido a que las imágenes que se obtienen son de alta resolución, es posible para el tramo evaluado ubicar la totalidad de los deterioros, así como su nivel de severidad.



Figura 5: Equipo de Imágenes Georeferenciadas del LanammeUCR.



Cada uno de los carriles para cada sentido (4 en total para el proyecto) fueron evaluados con este equipo. Debido a la naturaleza de esta ruta, el estudio y los resultados de deterioros se obtuvieron por losas, y no por longitud y/o área como en el caso de superficies en pavimento asfáltico. Como nota, excepto en curvas, las losas tienen dimensiones promedio de 3,5 x 3,5 metros, por lo que es posible obtener un total estimado de la cantidad de losas por sentido, y con base en ello el porcentaje de la ruta afectada por cada deterioro.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

4.1 Tramo Zapote – San Francisco

La Figura 6 resume los resultados obtenidos, para el tramo de Zapote a San Francisco de Dos Ríos.

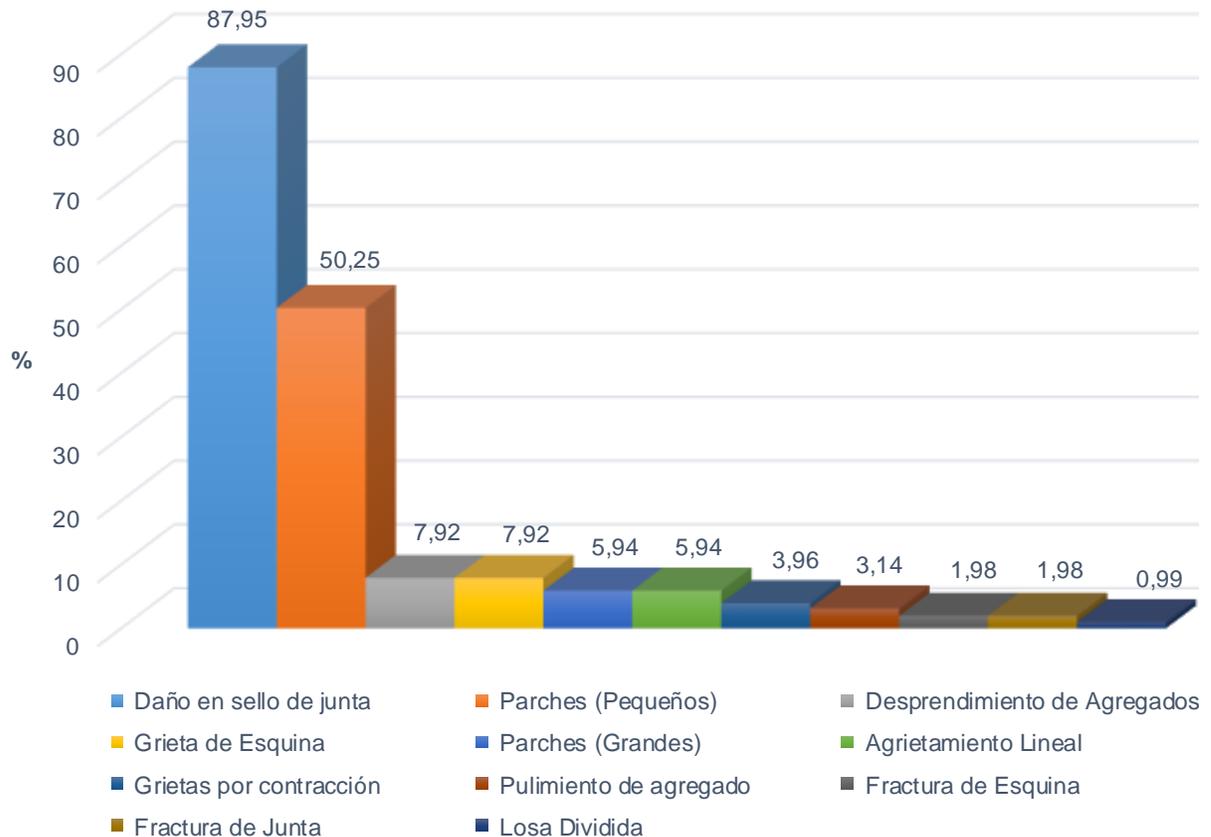


Figura 6: Resultados obtenidos para deterioros, tramo Zapote – San Francisco, año 2018. Los números sobre cada barra, indican el porcentaje de losas del total para el tramo, que presentan dicho deterioro.

Del estudio de esta figura, destacan 2 deterioros como son los *daños en el sello de junta*, y los *parches pequeños*, que corresponden a reparaciones realizadas en concreto y que presentan un área menor a 0,5 m². El primero de éstos afecta casi el 88% de la totalidad de las losas para este tramo (1066 losas afectadas, de 1212 losas estimadas en total), mientras que los parches pequeños se encuentran en aproximadamente la mitad (609 losas). El *desprendimiento de agregados* y las *grietas de esquina* afectan un 8% de las losas, mientras que los *parches grandes* (aquellos mayores de 0,5 m²) y el *agrietamiento lineal* en losas afectan un 6% aproximadamente.

Al desglosar el deterioro *Daño en el sello de la junta por severidad*, se obtienen los resultados mostrados en la Figura 7.

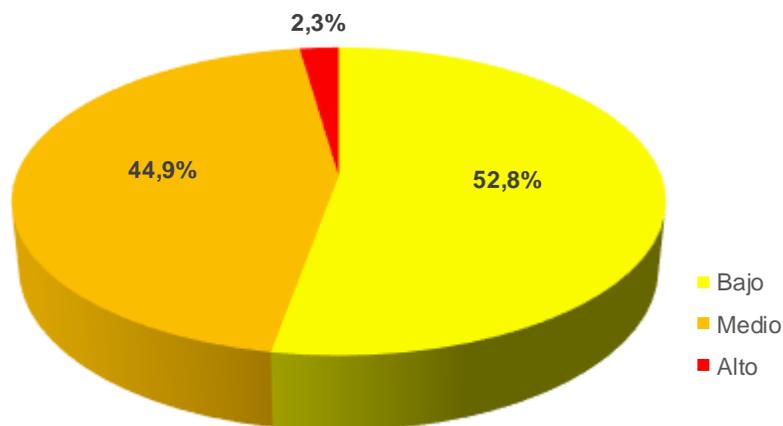


Figura 7: Severidades de los daños en el sello de junta, tramo Zapote – San Francisco, año 2018.

Aproximadamente la mitad de las juntas en este tramo, presenta el sello con deterioros de medio a altos, lo que significa desprendimientos importantes de este elemento (ver Figura 4). Si bien esto no representa un daño estructural, a mediano y largo plazo puede darse la posibilidad que incompresibles y el agua penetren a la junta, provocando agrietamientos en las losas y daños a las capas inferiores que componen la estructura. Este porcentaje, al proyectarlo al tramo Zapote – San Francisco, significa que un 41,5% de la totalidad de sus losas presenta juntas que requieren mantenimiento de manera inmediata.

4.2 Tramo San Francisco – La Colina

La Figura 8 resume los resultados obtenidos, para el tramo de San Francisco de Dos Ríos a la Colina.

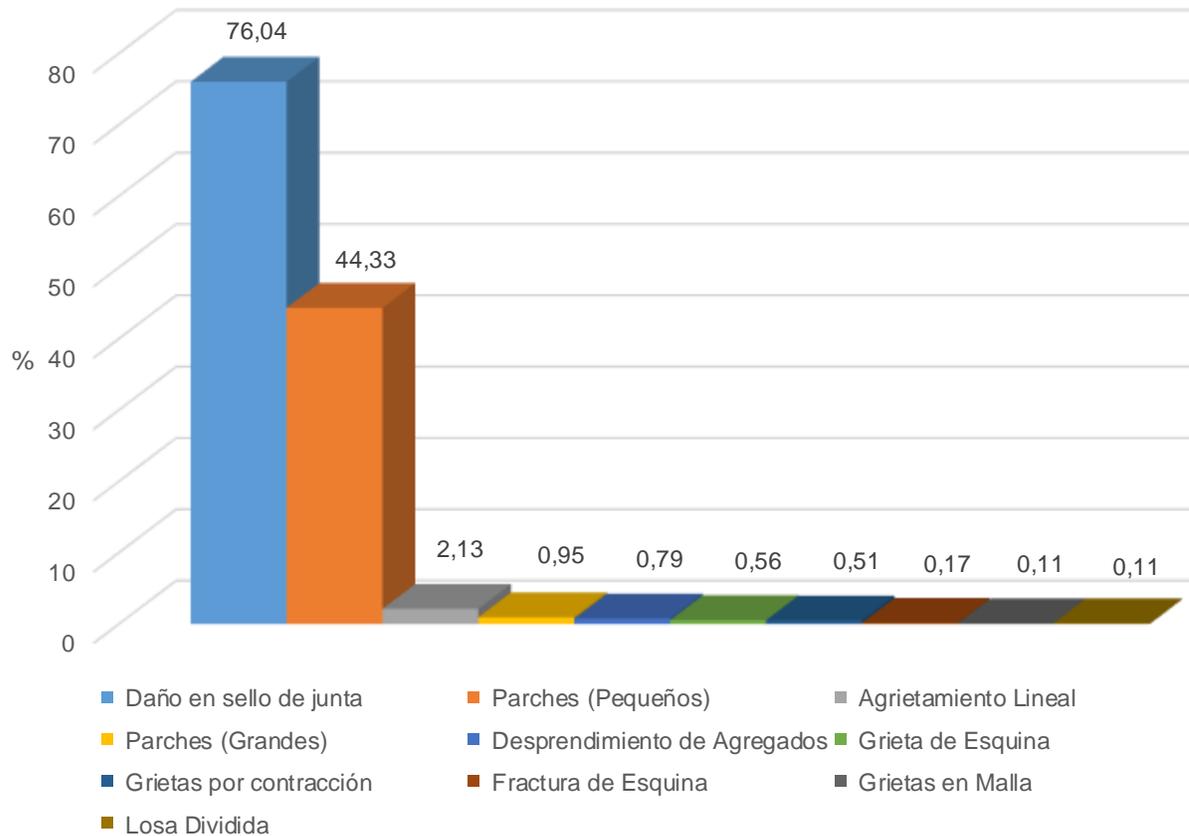


Figura 8: Resultados obtenidos para deterioros, tramo San Francisco – La Colina, año 2018. Los números sobre cada barra, indican el porcentaje de losas del total para el tramo, que presentan dicho deterioro.

Al igual que el tramo anterior, los principales deterioros detectados fueron el *daño en el sello de juntas*, y los *parches pequeños*, con porcentajes respectivos de 76% (1355 losas afectadas de un total estimado de 1780 losas para este tramo) y 44% (790 losas afectadas). En menor medida, se registraron daños por *agrietamientos lineales* en un 2% de las losas, presencia de *parche grandes* (1% aprox.) y *desprendimiento de agregados* (0,8%).

De nuevo, al desglosar el deterioro *Daño en el sello de la junta por severidad* para este tramo, se obtienen los resultados mostrados en la Figura 9.

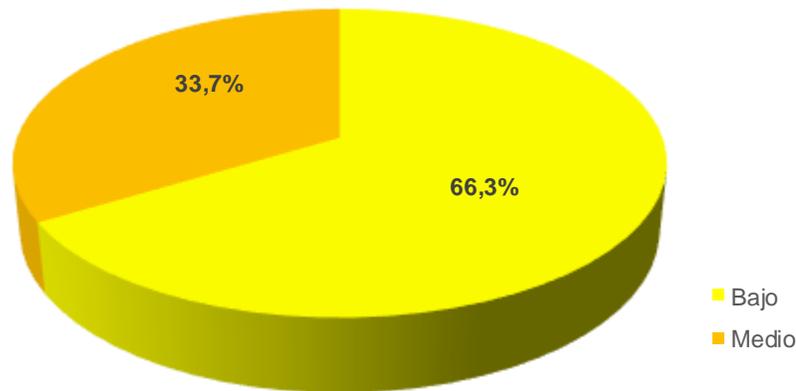


Figura 9: Severidades de los daños en el sello de junta, tramo San Francisco – La Colina, año 2018.

En el caso de este tramo, la tercera parte de las losas presentan las juntas con daños de severidad media. De nuevo, de no darse un mantenimiento preventivo, es de esperarse que a mediano y largo plazo se acumulen incompresibles en la junta que podrían provocar agrietamientos en las losas; además de que se favorece la infiltración de aguas a las capas inferiores, con el consiguiente daño que esto representa para la estructura de la calle.

5. Recomendaciones de actividades para la ruta evaluada

Debido a la variedad de deterioros detectados en este tramo, así como a su nivel de severidad, su corrección se puede enmarcar en 3 categorías principales, cada una enmarcando la recomendación del tipo de corrección a realizar. Se debe mencionar que los parches pequeños de severidad baja (el deterioro que ocupa el 2do lugar en ambos tramos evaluados), corresponde a reparaciones de otros deterioros, por lo que si se encuentra en buen estado (i.e. *severidad baja*), no se debe realizar actividad correctiva sobre el mismo.

Las categorías de mantenimiento se muestran a continuación; las severidades indicadas en las Tablas 1 a 3 corresponden con las vistas en la ruta evaluada.

5.1. Categoría 1: Mantenimiento rutinario

Según el Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras de la SIECA, las actividades de mantenimiento rutinario son “*todas aquellas requeridas para conservar la ruta con un índice de servicio óptimo, y que se repiten en el tiempo*” (una vez cada año, 2 veces al año, etc.). En general, comprenden actividades de bajo impacto económico y para el usuario: estas tareas presentan un costo mínimo para el estado en comparación con labores como la reconstrucción parcial o total de losas, por



ejemplo; y que se pueden realizar en horarios que impacten lo menos posible al tránsito, como las madrugadas y/o fines de semana.

En la Tabla 1 se indican los deterioros y severidades respectivas, asociados a estas actividades, así como una recomendación del tipo de intervención a realizar.

Tabla 1: Deterioros y sus severidades, que responden al mantenimiento rutinario.

Deterioro	Severidad	Losas afectadas ¹	Actividad Recomendada
Daño en el sello de juntas	Baja	1462	<i>Limpieza de la junta, reposición del sello en mal estado</i>
Grietas de esquina	Baja	105	<i>Limpieza y sellado de la grieta</i>
Agrietamiento lineal	Baja	83	<i>Limpieza y sellado de la grieta</i>
Losa Dividida	Baja	14	<i>Limpieza y sellado de la grieta</i>
Fractura de esquina	Baja	26	<i>Reparación de profundidad parcial (construcción de parche pequeño)</i>

¹ Cantidad de losas afectadas en ambos tramos; i.e. Zapote – San Francisco y San Francisco – La Colina

La limpieza y mantenimiento del sello de la junta debe ser una actividad rutinaria en un proyecto de pavimento rígido. Con esto, es posible valorar su estado, sustituyendo aquel sello que presenta contracciones (pérdida de elasticidad) y/o pequeños desprendimientos. Las grietas de esquina, el agrietamiento lineal y la losa dividida, cuando presentan severidades bajas, sólo necesitan de una limpieza de la grieta (con aire o agua a presión), y la posterior colocación del sello de grietas. Es importante aclarar con respecto al agrietamiento lineal, que esta recomendación sólo aplica si la grieta es aislada; si en una losa existe un patrón de grietas lineales de severidad baja, se debe realizar un estudio que determine las causas de este deterioro, para con ello establecer la solución óptima.

Por último, la fractura de esquina de severidad baja requiere de una reparación de profundidad parcial, construyendo un parche pequeño en concreto o un material que brinde características similares, de tal manera que la fractura quede reparada completamente.

5.2. Categoría 2: Mantenimiento preventivo

El Manual de la SIECA define mantenimiento preventivo como “*todas aquellas actividades destinadas a prevenir las fallas a futuro en la ruta*”. En esta línea, deterioros con severidades medias y altas, de no atenderse, pueden generar problemas funcionales y estructurales que requerirán acciones correctivas, usualmente las más



caras y de mayor impacto en el nivel de servicio de una ruta. En la Tabla 2 se indican los deterioros y severidades respectivos asociados a las actividades preventivas, así como recomendaciones del tipo de intervención a realizar.

Tabla 2: Deterioros y sus severidades, que responden al mantenimiento preventivo.

Deterioro	Severidad	Losas afectadas ¹	Actividad Recomendada
Daño en el sello de juntas	Media Alta	959	<i>Limpieza de la junta, instalación del sello</i>
Parches pequeños	Media Alta	16	<i>Reparación del parche</i>
Agrietamiento lineal	Media	27	<i>Reparación a profundidad parcial o total según la profundidad de la grieta</i>
Grietas de esquina	Media	1	<i>Reparación a profundidad parcial o total según la profundidad de la grieta</i>
Fractura de junta	Media	24	<i>Reparación a profundidad parcial o total según daño, construcción de parche pequeño</i>
Fractura de esquina	Media	1	<i>Reparación a profundidad parcial o total según daño, construcción de parche pequeño</i>
Desprendimiento de agregados	N/A	110	<i>Raspado de la losa, reparación a profundidad parcial</i>
Grietas de contracción	N/A	57	<i>Raspado de la losa, reparación a profundidad parcial</i>
Pulimento de agregados	N/A	38	<i>Raspado de la losa, reparación a profundidad parcial</i>
Grietas en malla	Media	2	<i>Raspado de la losa, reparación a profundidad parcial</i>

¹ Cantidad de losas afectadas en ambos tramos

El daño en el sello de juntas con severidad media, se refiere a aquella junta que presenta desprendimientos del sello en un 50% de su longitud; la severidad alta indica desprendimiento total del sello. Si la junta se encuentra en buenas condiciones (no presenta fracturas de borde), la actividad recomendada es su limpieza con aire o agua a presión, y la instalación de un nuevo sello. De presentarse fracturas de borde en la junta, se recomienda realizar una reparación a profundidad parcial o total (dependiendo del nivel de daño en la misma), con la correspondiente construcción de



un parche pequeño en concreto o un material con características similares. Esta misma tarea se puede realizar en la losa que presenta fractura de esquina.

En el proyecto evaluado, y como fue mencionado al inicio de esta sección, existen losas que presentan parches pequeños que corresponden con reparaciones realizadas en las mismas. En 16 losas, se encontró que estos parches presentan deterioros (agrietamientos, pérdidas de material en el borde), por lo que deben ser reparados (Figura 10). Por su parte, los agrietamientos lineales y de esquina con severidad media, deben ser primero analizados para establecer si la intervención a realizar corresponde con una reparación a profundidad parcial o total.



Figura 10: Daño severo en parche pequeño, tramo San Francisco – La Colina, est. 1+165.

Todos los deterioros mencionados hasta este punto, de no intervenir, pueden causar daños estructurales al permitir que incompatibles se introduzcan en la losa (causando nuevos agrietamientos); así como favorecer que el agua ingrese a las capas inferiores, causando problemas como lavado de finos y grietas de borde y esquina al quedar las losas sin apoyo.

Existen además deterioros que corresponden con problemas de la etapa constructiva. El desprendimiento y pulimento de agregados corresponden con una mezcla inadecuada, mientras que las grietas de contracción responden a un mal proceso de curado. Con estos deterioros, se recomienda eliminar el área afectada en cada losa mediante un raspado superficial, para después aplicar una reparación a profundidad parcial. Esta misma reparación se recomienda realizar para las 2 losas que presentaron grietas en malla de severidad media. Por último, se debe dar un seguimiento en forma de inspección periódica, para todas las losas a las cuales se le aplicaría este procedimiento, esto para asegurar que no se presenten problemas a futuro.

5.3. Categoría 3: Mantenimiento correctivo

En esta categoría se agrupan aquellas losas que presentan reparaciones realizadas con otro material, lo que compromete de manera importante su capacidad estructural al generar zonas débiles donde no se da transferencia de carga, y que eventualmente



pueden ocasionar daños estructurales a la losa. Este tipo de deterioro se muestra en la Sección 4 bajo la denominación “*parche grande*” (ver Figuras 6 y 8); para el proyecto evaluado, se identificaron en total 89 losas afectadas. Los tamaños de los baches varían desde poco más de 0,5 m², hasta tamaños que abarcan más de la mitad de la superficie de la losa donde se encuentran.

La Tabla 3 muestra el resumen de este deterioro, así como la recomendación del tipo de intervención a realizar.

Tabla 2: Deterioros y sus severidades, que responden al mantenimiento correctivo.

Deterioro	Severidad	Losas afectadas ¹	Actividad Recomendada
Parches grandes	Baja Media Alta	89	<i>Reparación parcial o total de la losa, a profundidad total</i>

¹ Cantidad de losas afectadas en ambos tramos

Las severidades se relacionan con el estado de la losa donde se localizan, de tal manera que:

- *Severidad Baja*: la losa se encuentra en buen estado general
- *Severidad Moderada*: el concreto de la orilla del bache presenta fisuramientos que permiten el ingreso del agua a las capas inferiores
- *Severidad Alta*: además del fisuramiento, la losa presenta agrietamientos producto del bache, y pérdidas de material.

Con base en estos criterios de severidad así como al tamaño del bache, dependerá la intervención a realizar: para baches pequeños y losas en buen estado general, se recomienda una reparación a profundidad total, para la zona afectada. Para baches grandes y/o losas en mal estado, se recomienda valorar la reparación de la zona afectada, o bien de la totalidad de la losa.

6. Estado del relleno de aproximación, puente sobre el río María Aguilar

El puente sobre el río María Aguilar, se encuentra en el tramo Zapote – San Francisco (ruta 211). Este puente, a diferencia del ubicado en el tramo San Francisco – La Colina (sobre el río Tiribí), no fue reemplazado durante la intervención de este proyecto, por lo que conserva su estructura original. Corresponde con un puente de losas de concreto, simplemente apoyado en sus extremos, un carril por sentido de circulación y 13 metros de longitud total.

Los rellenos de aproximación a este puente se encuentran asfaltados, sin junta de expansión expuesta. Esta superficie se encuentra en muy mal estado, con



irregularidades importantes, deterioros e incluso baches de reparaciones anteriores. Además, no se da un manejo correcto de aguas superficiales desde la ruta hacia el cauce, lo que ocasiona zonas con *encharcamientos* en estos rellenos. Esto ha sido expresado en informes anteriores sobre esta ruta (informes *LM-PI-UGERVN-6-2015* y *LM-PI-UGERVN-3-2017*).

Las Figuras 11 a 13 muestran el estado de esta estructura y de sus rellenos de aproximación.

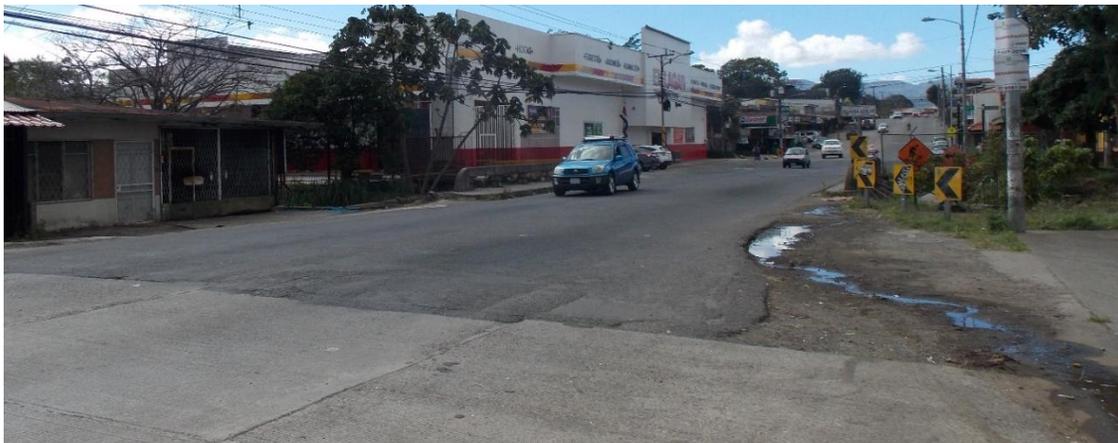


Figura 11: Vista del puente sobre el río María Aguilar, desde el lado de Zapote. A la derecha, encharcamientos por mal encauce de las aguas superficiales.



Figura 12: Detalle de un bache sobre el relleno de aproximación; como se mencionó, las juntas de expansión (en caso de que existan) no están expuestas.



Figura 13: Vista del puente, desde el lado de San Francisco de Dos Ríos.

Debido al desnivel existente entre las losas y el asfalto de estos rellenos, así como a los baches existentes, los vehículos que circulan por este tramo sufren un impacto importante, el cual se incrementa con la velocidad. Esto además acelera los deterioros de esta zona. Por otra parte, es importante mencionar que debido a que el puente presenta solamente un carril de circulación por sentido, en horas pico se crea un efecto de cuello de botella, que aumenta los tiempos de circulación de los usuarios; este efecto se incrementa debido a la falta de señalización vial en el sitio.



7. Otras observaciones

En varios sitios de la ruta evaluada, la señalización vial horizontal ha desaparecido casi por completo (Figura 14). Debido al nivel de tránsito de la ruta, no es posible realizar la prueba con el *Retroreflectómetro Portátil*, por lo que datos de reflectividad no es posible obtenerlos. Por otra parte, algunas señales verticales presentan papeles de publicidad pegados sobre la señal propiamente, o bien pintura tipo “*graffiti*”, lo que en la práctica reduce su funcionalidad.



Figura 14: Vista del tramo San Francisco – La Colina, en la cercanía del puente sobre el río Tiribí (est. 1+215). Nótase que la doble línea amarilla central casi no se observa, mientras que las flechas de sentido han desaparecido casi por completo. Los agujeros rectangulares ubicados hacia el centro del carril de ida, son parches pequeños con pérdida de material (severidad alta).



En el inicio del tramo San Francisco – La Colina (cerca de la intersección con el tramo Zapote – San Francisco), existe una platina metálica de borde entre las losas de concreto y la superficie asfaltada de la ruta 211. La misma presenta un desprendimiento importante en uno de sus extremos, así como pérdida de material asfáltico, que permite que el agua penetre las capas inferiores (Figura 15).



Figura 15: Inicio del tramo San Francisco – La Colina, est. 0+000

Por último, las juntas de expansión del puente sobre el río Tiribí presentan desprendimientos importantes del sello elástico, y actualmente muestran gran acumulación de sedimentos (Figura 16).



Figura 16: Estado de la junta de expansión, puente sobre el río Tiribí, tramo San Francisco – La Colina. Izq.: lado de San Francisco, el círculo rojo señala el desprendimiento en el sello de la junta; der.: lado de la Colina.

8. Conclusiones

El tramo evaluado, de aproximadamente 2600 metros de longitud, representa la principal vía de comunicación entre los poblados de Zapote, San Francisco y La Colina, por la que circulan en promedio 30.000 vehículos diarios con un importante porcentaje de pesados, según datos del MOPT. Presenta en toda su longitud 2 carriles de circulación por sentido, y fue reconstruida en los años 2008 – 2009 utilizando losas de concreto, con una inversión cercana a los 1.200 millones de colones.

Con base en evaluaciones pasadas, la capacidad estructural que presenta es buena, con más del 90% de las juntas dentro del percentil 80 de eficiencia de transferencia de carga. Sin embargo, la evaluación funcional arrojó que 3 cuartas partes del tramo presenta valores de IRI de altos a muy altos (informe LM-PI-UGERVN-3-2017).



La evaluación de este año se centró en los deterioros presentes en la ruta. Para ello, se realizó una visita previa, donde se fotografiaron y referenciaron los principales deterioros, para posteriormente realizar un análisis detallado de los mismos con el Equipo de Imágenes Georeferenciadas. La totalidad de las losas fueron evaluadas, y los deterioros clasificados según su nivel de severidad. De lo anterior, el daño en el sello de juntas representa el deterioro que más se presenta en la ruta evaluada, con 2421 losas afectadas de un total estimado de 2992, o lo que es lo mismo, cerca del 81% del total. En segundo lugar, los baches pequeños con 1399 losas afectadas (47% del total), y con porcentajes bastantes menores, los agrietamientos (lineales, de esquina), los parches grandes y el desprendimiento de agregados.

Para cada tipo de deterioro con su nivel de severidad asociado, se dan recomendaciones del tipo de intervención a realizar, que abarcan desde actividades periódicas de mantenimiento como limpieza de juntas y reposición del sello; hasta reparaciones a profundidad parcial y/o total según el daño encontrado en las losas.

Otras observaciones realizadas tocan aspectos como el estado del relleno de aproximación del puente sobre el río María Aguilar, de la demarcación vial en la ruta y de las juntas de expansión del puente sobre el río Tiribi.

Con base en todo lo anterior, la conclusión más importante que se deriva de esta evaluación, es que el tramo no está recibiendo el mantenimiento adecuado para el tipo de estructura construida. Aspectos como reparaciones o parches en asfalto, en vez de intervenciones a profundidad parcial o total según corresponda, indican la ausencia de un sistema de gestión adecuado en preservación de rutas, que en el caso acá expuesto está generando una superficie mixta que favorece mayores daños estructurales. De seguirse con esta política, la inversión realizada en esta ruta y similares, se perderá en el mediano plazo, con la consiguiente afectación a los niveles de servicio que se brinda a los usuarios.