



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

MEMORIA DEL SIMPOSIO

“EXPERIENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL Y CANTONAL EN LASTRE Y PROPUESTAS PARA SU MEJORA”

Programa de Infraestructura del Transporte

Informe LM-PI-UNAT-002-2021

Preparado por:

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Resumen

En el presente informe se realiza una recopilación de antecedentes, diagnósticos, dificultades y propuestas de mejora asociados a las experiencias en la gestión de la red vial nacional y cantonal en caminos de lastre, presentados por los ponentes del Simposio realizado el 20 de abril de 2021: Ing. Osvaldo Aguayo Zamora de Caminos Básicos: Ministerio de Obras Públicas de Chile, Ing. Eduardo Barquero Solano de la Agencia de Cooperación Alemana GIZ, Ing. Mauricio Sojo Quesada del CONAVI, Ing. Luis Diego Herra Gómez de la Unidad de Auditoría Técnica e Ing. Alonso Ulate Castillo de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR. Finalmente, se presenta un resumen de las conclusiones, las cuales permiten identificar en términos generales, aquellos aspectos en que coinciden los expositores y que se consideran insumos para que sean valorados y asumidos por los diferentes actores, según corresponda. Unido a ello, cada presentación expone sus propuestas de mejora, que de igual forma deberán ser consideradas por los respectivos actores.

Notas Complementarias

El presente informe se realiza una recopilación de antecedentes, diagnósticos, dificultades y propuestas de mejora asociados a las experiencias en la gestión de la red vial nacional y cantonal en caminos de lastre, presentados por los ponentes del Simposio realizado el 20 de abril de 2021: Ing. Osvaldo Aguayo Zamora de Caminos Básicos: Ministerio de Obras Públicas de Chile, Ing. Eduardo Barquero Solano de la Agencia de Cooperación Alemana GIZ, Ing. Mauricio Sojo Quesada del CONAVI, Ing. Luis Diego Herra Gómez de la Unidad de Auditoría Técnica e Ing. Alonso Ulate Castillo de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR. Finalmente, se presenta un resumen de las conclusiones, las cuales permiten identificar en términos generales, aquellos aspectos en que coinciden los expositores y que se consideran insumos para que sean valorados y asumidos por los diferentes actores, según corresponda. Unido a ello, cada presentación expone sus propuestas de mejora, que de igual forma deberán ser consideradas por los respectivos actores.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	5
3. MEMORIA DEL SIMPOSIO.....	6
3.1 CAMINOS BÁSICOS: LA EXPERIENCIA DEL MOP DE CHILE.....	8
3.1.1 Antecedentes.....	8
3.1.2 Decisiones para la implementación del Programa Caminos Básicos, MOP Chile.....	8
3.1.3 Normativas implementadas	9
3.1.4 Soluciones técnicas utilizadas.....	11
3.1.5 Cifras del programa CCBB.....	13
3.1.6 Conservación.....	14
3.1.7 Logros del Programa CCBB.....	15
3.2. PRINCIPALES EXPERIENCIAS EN LOS PROYECTOS DE LA RED VIAL CANTONAL EN LASTRE.....	17
3.2.1 Relevancia de los caminos rurales/vecinales.....	17
3.2.2 Problemas de los caminos en lastre.....	19
3.2.3 Fundamentos para el desarrollo de caminos vecinales o rurales.....	19
3.2.4 Principales experiencias de los Programas PRVC-I y II MOPT/BID	21
3.2.5 Necesidad de mejoramientos progresivos en caminos troncales y alimentadores (PRVC II-MOPT/BID)	26
3.3 EXPERIENCIAS, DESAFÍOS Y PROPUESTAS DE MEJORA EN PROYECTOS DE LA RED VIAL NACIONAL EN LASTRE	26
3.3.1 Situación actual de las rutas de país.....	27
3.3.2 Algunas experiencias en el mantenimiento.....	27
3.3.3 Soluciones para el mantenimiento.....	27
3.3.4 Costos de intervenciones.....	28
3.3.5 Propuestas actuales en proyectos de rutas en lastre.....	30
3.3.6 Principales desafíos que enfrenta la gestión de proyectos de rutas en lastre	30
3.3.7 Gestión de rutas en lastre de la red vial nacional y la perspectiva hacia el futuro sobre este tipo de rutas.....	30
3.3.8 Conclusiones.....	31
3.3.9 Recomendaciones.....	31
3.4 LA PERSPECTIVA DESDE LA FISCALIZACIÓN DEL LANAMME UCR.....	31
3.4.1 Reseña en los últimos años.....	31
3.4.2 Gestión y cumplimiento del contrato.....	33
3.4.3 Seguridad vial del proyecto.....	34
3.4.4 Diseño y control de la calidad de los materiales.....	35
3.4.5 Prácticas constructivas y desempeño	36
3.4.6 Maquinaria y equipo.....	37
3.4.7 Sistemas de drenaje.....	38
4. Conclusiones del simposio virtual “EXPERIENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL Y CANTONAL EN LASTRE Y PROPUESTAS PARA SU MEJORA”.....	40
5. Recopilación de consultas de los participantes del simposio virtual.....	42
6. Fuentes de Consulta.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Extensión de vías por tipo de superficie y metros de vías por Km ²	18
Tabla 2. Clasificación ampliada de tipo de superficie de rúedo para el registro de la red vial nacional.....	27
Tabla 3. Costo de mantenimiento en rutas en lastre con y sin capas de protección superficial.....	29
Tabla 4. Inversión en mantenimiento de rutas de lastre con y sin capas de protección superficial por kilómetro.....	29
Tabla 5. Auditorías realizadas en los últimos años en caminos de lastre.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Experiencias previas a la creación del Programa Caminos Básicos. a) Imprimación reforzada año 1995 b) Estabilización con sales.	9
Figura 2. Casos especiales para caminos básicos de conservación. a) Pendientes mayores a 9 % b) Radios de curvas menores o iguales a 20 m.....	10
Figura 3. Estabilización de caminos con cloruro de magnesio hexahidratado. a) Preparación de la sal, b) Mezcla sobre el camino, c) Hidratación de la mezcla, d) Estabilización final del tramo	12
Figura 4. Estabilización de caminos con Cloruro de Sodio (Sal común). a) Preparación de la sal, b) Mezcla sobre el camino, c) Hidratación de la mezcla, d) Estabilización final del tramo	13
Figura 5. Soluciones utilizadas con capas asfálticas. a) Lechada Asfáltica. b) Tratamiento superficial simple. c) Doble tratamiento superficial. d) Cape Seal.....	14
Figura 6. Avances históricos en km/año del Programa Caminos Básicos de MOP Chile	15
Figura 7. Sello construido en 1995 con varias capas de tratamiento superficial (Región de Valparaíso).....	16
Figura 8. Logros del Programa Caminos Básicos (CCBB).....	16
Figura 9. Ejemplos “antes” (a, c) y “después” (b, d) del Programa Caminos Básicos (CCBB).....	17
Figura 10. Índice de Accesibilidad Rural de Costa Rica	19
Figura 11. Obras indispensables para el manejo de aguas MOPT-GTZ.....	20
Figura 12. Sección típica ideal de un camino vecinal en lastre + movilidad segura.....	21
Figura 13. Ciclo de vida de los caminos vecinales.....	22
Figura 14. Proyecto de mejoramiento Talamanca, C.7-04-019-000.....	24
Figura 15. Proyecto de rehabilitación y mejoramiento de calles completa en losas de concreto, Cantón de Santa Cruz, Guanacaste 5-03-257.....	25
Figura 16. Proyecto finalizado de mejoramiento de calles – Colocación de Tratamientos superficiales, Cantón de Cañas, Guanacaste CS-06-011.....	25
Figura 17. Proyecto finalizado de mejoramiento de calles – Colocación de Tratamientos superficiales, Cantón de Los Chiles, Alajuela 2-14-017.....	25
Figura 18. Proyecto El Coyol Calle Completa, Alajuela.....	26
Figura 19. Mapa del estado de los proyectos en rutas de lastre	35
Figura 20. Incumplimiento en las prácticas constructivas y desempeño. a) Generación de polvo por lanzamiento de bolsas de cemento, b) Deterioros prematuros por la circulación de maquinarias en trabajos recién realizados, c) y d) Vagonetas sin lona de protección-exposición del material a contaminarse.....	38
Figura 21. Incumplimiento en las prácticas constructivas y desempeño: agregados, piedras y varillas como separadores para revestimiento.....	39
Figura 22. Problemas con el sistema de drenaje: a) Material de secado acumulado en alcantarillas, b) Mal nivel y falta de mortero para juntas de tuberías, c) Drenajes obstruidos durante la ejecución del proyecto, d) Nidos de piedra en concreto y acero de refuerzo expuesto, e) Salida para alcantarilla sin cabezal y taludes expuestos, f) Erosión de talud y tubo en riesgo de caídas a cuerpos de agua	40

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye la “Memoria” del Simposio “Experiencias en la Gestión de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre y propuestas para su mejora”, la cual recopila los temas tratados, conclusiones, propuestas y consultas planteadas en la actividad. Este simposio fue llevado a cabo de manera virtual el día 20 de abril de 2021 y fue organizado por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR). Esto como parte de las labores de transferencia de tecnología y fiscalización que competen de acuerdo al artículo 6 de la Ley No. 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria “para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense”.

Esta actividad en modalidad de Simposio y su Memoria, surge como resultado de identificar, a través del informe de Auditoría Técnica LM-INF-IC-D-0004-20 “Análisis de la atención de la Red Vial Nacional en lastre y la promoción de capas de protección superficial como parte de la conservación vial”, la necesidad de documentar la experiencia acumulada en la atención de rutas en lastre que han realizado tanto el CONAVI como las Municipalidades, de manera que sea un punto de partida para los diferentes actores que les permita establecer las mejoras necesarias en este ámbito y en particular, que sirvan como insumos para la siguiente generación de contratos de conservación de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre, para nuestro país.

El objetivo del simposio fue exponer, analizar y evaluar las experiencias, buenas prácticas, desafíos y mejoras en la gestión de redes viales no pavimentadas (lastre), para la mejora de la red vial nacional y cantonal de Costa Rica. El Simposio tuvo la participación de cuatro ponentes, quienes plantearon sus criterios desde la perspectiva institucional y nacional, considerando elementos como antecedentes, aspectos a favor, falencias y dificultades, así como experiencias concretas de solución y mejora de la modalidad de contratación.

Se extiende un agradecimiento al Ing. Bismark Robelo Hurtado, asistente de la Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT) por su colaboración en la preparación inicial de este documento.

2. ANTECEDENTES

A finales del año 2019, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, a través del área de planificación sectorial, crea formalmente una nueva categoría de clasificación de las superficies de la red vial nacional, instaurando la categoría de capas de protección superficial. Esto abre el espacio a la ejecución de proyectos en caminos no pavimentados, más allá de una intervención tradicional, pero sin llegar a la colocación de una capa asfáltica como superficie de ruedo, es decir, sin considerarse como caminos pavimentados.

Algunos de los trabajos de intervención que se observan en este tipo de caminos son la estabilización asfáltica de material granular, las imprimaciones superficiales y las colocaciones de material de perfilado de capas asfálticas (RAP), a través de diferentes técnicas en diversas zonas de la red vial nacional.

En Costa Rica, del total de la red vial, aproximadamente un 71 % corresponde a superficies no pavimentadas, ya sea lastre o tierra, de manera que con esta magnitud, su gestión no puede estar ajena de las nuevas tendencias en gestión de activos viales. De manera general, en la red vial cantonal se tiene por gestionar 29,615 km distribuidos en los 82 cantones y 8 Concejos de distrito, de los cuales 12,800 km (que equivale a un 43 % de la red vial cantonal) se encuentra clasificada con una condición muy mala a mala.

Por otra parte, esta red presenta alrededor de 12,000 km en condición regular, lo que significa un gran reto en el mantenimiento y mejora de estos caminos. Aunado a lo anterior, entre algunos de los eventos naturales y condiciones que tienen un gran impacto sobre estas rutas, están:

- » Tormentas, ciclones, sequías que afectan los temas de control por polvo
- » sismicidad, problemas geotécnicos, topografía variable
- » suelos con baja capacidad de soporte que afectan también la condición de los caminos; materiales de calidad variable o zonas donde hay poca disponibilidad de esos materiales
- » Condiciones ambientales vulnerables y hábitat
- » Muchas zonas de conservación que penetran en todos los territorios de la red vial cantonal y que están dentro de zonas ricas en flora y fauna
- » Alta generación de polvo en épocas secas
- » Recursos limitados para su mantenimiento
- » Cultura de conservación enfocada a la rehabilitación

Para ello, las diversas experiencias tanto nacionales como internacionales representan una referencia importante de propuestas y lecciones aprendidas como insumos para generar mecanismos y herramientas de gestión que permitan garantizar intervenciones eficientes y eficaces.

3. MEMORIA DEL SIMPOSIO

En el simposio virtual “Experiencias en la Gestión de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre y propuestas para su mejora”, participaron profesionales de los diferentes sectores nacionales e internacionales, directamente relacionados con la gestión de redes viales de lastre o no pavimentadas y de bajo volumen de tránsito. En la presentación virtual de experiencias, dificultades y propuestas de mejora, participaron:

a. Introducción al simposio y contextualización realizada por:

- » Ing. José David Rodríguez Morera
Ingeniero de la Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR
- » Ing. Alonso Ulate Castillo, M.Sc.
Ingeniero de la Unidad de Gestión Municipal, LanammeUCR

b. Ponentes del simposio:

- » Ing. Osvaldo Aguayo Zamora, Mag.
Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP Chile)
Programa Caminos Básicos – La experiencia del MOP de Chile
- » Ing. Eduardo Barquero Solano, M.Sc.
Agencia de Cooperación Alemana GIZ (MOPT-GIZ)
Experiencias desde la Agencia de Cooperación Alemana GIZ
- » Ing. Mauricio Sojo Quesada, MIV
Consejo Nacional de Vialidad Costa Rica (CONAVI)
Experiencias desafíos y propuestas en proyectos de la RVN
- » Ing. Luis Diego Herra Gómez, M.Sc.
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales UCR (LanammeUCR)
La perspectiva desde la fiscalización del LanammeUCR

A cargo de las conclusiones del simposio virtual, se contó con la participación de:

- » Ing. Alonso Ulate Castillo, M.Sc.
Ingeniero de la Unidad de Gestión Municipal
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales UCR (LanammeUCR)

Cabe resaltar que, lamentablemente, no fue posible contar con la participación del ingeniero Tomás Figueroa Malavassi, Viceministro de Infraestructura del Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Costa Rica, a cargo de presentar la visión actual del MOPT sobre la Red Vial Nacional no pavimentada en Costa Rica.

Las presentaciones se dividieron en cinco bloques y a continuación se presenta el resumen de cada una de las ponencias.

Nota: Los criterios u opiniones que se presentan por parte de los ponentes invitados, no necesariamente reflejan la posición institucional del LanammeUCR o de la Universidad de Costa Rica.

3.1 CAMINOS BÁSICOS: LA EXPERIENCIA DEL MOP DE CHILE

Esta presentación estuvo a cargo del Ing. Osvaldo Aguayo Zamora, Mag. Ingeniero Civil de la Universidad de Chile y Magister Pontificia de la Universidad Católica de Valparaíso. Ex director del Programa de Caminos básicos del MOP de Chile, quien se refirió a los antecedentes de ese programa en la gestión de caminos de lastre, específicamente en los siguientes aspectos:

3.1.1 Antecedentes

Antes del año 2003 en Chile, existían muchos problemas con los caminos de lastre de la red vial, ya que, al cabo de meses del mejoramiento de estas vías, empezaban a surgir deterioros como baches y material suelto, lo que resultaba en inconformidad del usuario, intervenciones muy frecuentes de conservación y problemas de salud a la población. Es por esto que, según el Ing. Aguayo, los caminos de este tipo siguen siendo “algo” que a la gente no le agrada o le incomoda.

Además, la idea de pavimentar estos caminos resulta ser socialmente no rentable, ya que nunca cumplirían con valores tales como, una tasa interna de retorno (TIR) de 6 % o un tránsito mínimo diario de 700 veh/día. Por lo que se imposibilita hablar de pavimentar estos caminos debido a que nunca cumplirían estos indicadores de rentabilidad.

Ante esta problemática, se crea el concepto de “caminos básicos” y, a partir del 2003, entra en función dentro del MOP de Chile el Programa Caminos Básicos en la Dirección de Vialidad, bajo la responsabilidad del Ing. Osvaldo Aguayo, con el objetivo de mejorar la superficie de rodadura de los caminos de tierra, mejorar la calidad de vida de la población en temas de control de polvo, disminuir la frecuencia de actividades de conservación e impulsar al desarrollo económico de la zona.

A manera de brindar las características y experiencias de este programa, el Ing. Osvaldo Aguayo dividió la exposición en los siguientes factores claves:

3.1.2 Decisiones para la implementación del Programa Caminos Básicos, MOP Chile

Las experiencias en estos caminos iniciaron antes del Programa de Caminos Básicos, como una iniciativa en la región de Valparaíso, con el propósito de no continuar realizando carpetas granulares de poca duración. En 1995 se realizó una actividad llamada imprimación reforzada, como una decisión de la autoridad regional del momento. Por otro lado, en el Norte en la Región de Atacama, se aplicaron sales para la estabilización de estos caminos, debido a la

abundancia de este compuesto en la zona. Para el 2003, en vista de las experiencias de innovación en algunas regiones del país, se evaluó gestionar de manera eficiente estas prácticas, dando como carácter de programa nacional a las intervenciones de este tipo de caminos, por lo que, entre el año 2003 y 2006, se originó el Programa Caminos Básicos 5000 (ver Figura1), planteando una meta de mejoramiento de cinco mil kilómetros de caminos de tierras.



Figura 1. Experiencias previas a la creación del Programa Caminos Básicos.
a) Imprimación reforzada año 1995 b) Estabilización con sales.

Fuente: Aguayo, 2021.

Para el año 2009, con una nueva Presidencia en el país y cambios en las directivas de vialidad, que en un inicio impulsaron estos caminos, se dio una disminución del interés y la presión al cumplimiento de las metas propuestas. De igual manera, se logró la realización de 10,000 km para este período. El gobierno siguiente, entre los años 2010 - 2014, cambió el nombre del programa por Caminos para el Desarrollo, teniendo para este período una meta para gestión de 4,000 km de caminos de tierra. Con el nuevo Gobierno entre los años 2014 - 2018, cambió de nuevo el nombre del programa a Programa Pavimentos Básicos, anexando además de la meta de 15,000 km, de los cuales 3,000 km serían de caminos en comunidades indígenas. Para este punto, se realizó una fuerte inversión mediante Administración Directa con el suministro de equipos y personal a 13 regiones del país, cada una con su respectivo plan. En la Administración actual, para los años 2018 - 2022, el gobierno se comprometió con el cumplimiento de 10,000 km de caminos básicos y 4,000 km de caminos en comunidades indígenas.

Con base en lo anterior, es posible afirmar por parte del Ing. Aguayo, que el Programa Caminos Básicos ha sido compromiso de los gobiernos, independientemente del color político, lo que le ha dado continuidad. En el 2021, la rapidez de ejecución de estos proyectos, ha permitido destinar importantes inversiones para la reactivación de las actividades en tiempos de pandemia.

3.1.3 Normativas implementadas

En el año 2003 se dio la iniciativa, a través de la conservación, de gestionar los caminos básicos (CCBB) pero de manera independiente a otras instituciones. Cinco años después interviene el Ministerio de Hacienda y para el año 2009 se realizó una auditoría concluyendo que el programa se desempeñaba de buena manera, pero las actividades no eran de conservación, por lo que se procedió a realizar cambios administrativos. En el 2011, la Presidencia llega

a un acuerdo entre el Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Hacienda y el Sistema Nacional de Inversión, aceptando dos tipos de caminos básicos (CCBB):

- » Caminos básicos (CB) por conservación:
 - No se aceptan cambios geométricos
 - Tránsito promedio diario: máximo 400 veh/día
 - Se establecieron montos máximos de ejecución por kilómetro y por zona
 - Se aceptan intervenciones de estabilización o capa de protección asfáltica (No se acepta capa estructural)
- » Caminos básicos (CB) intermedios (mejoramientos):
 - Se aceptan cambios geométricos
 - Tránsito promedio diario: mínimo 200 - máximo 400 veh/día
 - Se establecieron montos máximos de ejecución por kilómetro y por zona
 - Se aceptan capas estructurales (mezcla asfáltica u hormigón ultradelgado)

Aproximadamente un 97 % de los proyectos ejecutados han sido de caminos básicos por conservación. Los montos máximos destinados a proyectos de CCBB por conservación son entre US\$230 mil /km y US\$350 mil /km y los CCBB intermedios en la zona norte, centro y sur por montos de US\$375mil /km, US\$415mil /km y US\$540mil /km respectivamente. En el 2016, se dio una actualización en la normativa, con la inclusión de casos especiales en caminos básicos (CB) por conservación, ya que las capas de protección no funcionaban con pendientes mayores o iguales a 9 % y radios de curvatura menores o iguales a 20 m, por lo que se aceptó capas de mezcla asfáltica y hormigón ultradelgado, como capas estructurales (no de protección) para estos casos especiales (ver Figura 2).



Figura 2. Casos especiales para caminos básicos de conservación.
a) Pendientes mayores a 9 % b) Radios de curvas menores o iguales a 20 m

Fuente: Aguayo, 2021.

Como experiencia general de este programa que resalta el Ing. Aguayo, es importante mantener mucha comunicación, gestión de solicitudes, autorizaciones, vínculo MOP-Hacienda y la aceptación que resulte de todas estas gestiones, deben acompañarse de normativa.

En resumen, los caminos básicos (CB) son una forma de intervenir los caminos no pavimentados, mediante:

- » CB por conservación:
 - Estabilización de la carpeta
 - Base + capa de protección
- » CB intermedios:
 - Mejoramientos

3.1.4 Soluciones técnicas utilizadas

Uno de los compuestos que se utiliza en estas prácticas son las sales, específicamente el cloruro de magnesio hexahidratado: BISCHOFITA, como estabilizadores en la zona norte del país por su abundancia y tipo de clima. Es una sal de aspecto blanquecino y de rápida solución en agua, que luego se aplica y mezcla sobre el material de la capa superficial del camino; por último, se nivela y compacta para su ejecución final.

Según comenta el Ing. Osvaldo, el principal deterioro que presentan las intervenciones de estos caminos, en condiciones sin lluvia, son desprendimientos superficiales al cabo de uno o dos años. Asimismo, se experimentó con demarcación una vez ya estabilizado, pero los resultados no fueron satisfactorios. En la Figura 3 se muestra parte del proceso de estabilización de caminos con cloruro de magnesio hexahidratado.



Figura 3. Estabilización de caminos con cloruro de magnesio hexahidratado.

a) Preparación de la sal, b) Mezcla sobre el camino, c) Hidratación de la mezcla, d) Estabilización final del tramo

Fuente: Aguayo, 2021.

Otro tipo de compuesto estabilizador aplicado, es el cloruro de sodio o sal común. Para este tipo de estabilización la sal no se disuelve en agua, sino que se aplica directamente sobre la superficie y se mezcla con el material de la carpeta y, por último, se realizan los mismos procedimientos de nivelación y compactación para obtener una superficie aceptable y sin problemas de polvo (ver Figura 4).



Figura 4. Estabilización de caminos con Cloruro de Sodio (Sal común).

a) Preparación de la sal, b) Mezcla sobre el camino, c) Hidratación de la mezcla, d) Estabilización final del tramo

Fuente: Aguayo, 2021

Por otro lado, las capas asfálticas como lechadas asfálticas son otra opción de intervención para el mejoramiento de caminos de tierra, aunque en menor proporción. Así también, tratamientos superficiales simples que son muy utilizados en las regiones centrales de Valparaíso y Santiago, se han aplicado también en calzadas de tramos de estas zonas, ya que nunca se habían utilizado para este fin. Según menciona el Ing. Osvaldo Aguayo, este tipo de tratamiento no debería aplicarse en la zona sur del país, debido a las condiciones de clima y tránsito más pesado; para estos casos los tratamientos superficiales dobles cumplirían su función.

Finalmente, se ha aplicado la solución sudafricana “Cape Seal”, que consiste en una primera aplicación de un tratamiento bituminoso superficial tipo simple (TBS) seguido de una lechada asfáltica (Slurry Seal), brindando resultados de excelente calidad (ver Figura 5).



Figura 5. Soluciones utilizadas con capas asfálticas. a) Lechada Asfáltica. b) Tratamiento superficial simple. c) Doble tratamiento superficial. d) Cape Seal

Fuente: Aguayo, 2021.

3.1.5 Cifras del programa CCBB

Desde que el programa inicia en el 2003, para el mes de mayo de ese año, se gestionaron 900 km de caminos de tierra. En el año siguiente, este tema toma fuerza dentro de la Directiva Vial, por lo que la mayoría de temas giraron en torno a este programa. Luego de una reestructuración en los puestos de dirección, disminuyeron las actividades en estos caminos (ver Figura 6).

Para el año 2011, surge de nuevo el interés por estos caminos de tierra y los directivos se dan cuenta que estas actividades funcionan y que no son ningún tipo de incoherencia o aberración en contra de la ingeniería. Simplemente, según comenta el Ing. Aguayo, cuando se tienen caminos de bajo volumen de tránsito se puede trabajar de forma diferente a lo que tradicionalmente se hace.



Figura 6. Avances históricos en km/año del Programa Caminos Básicos de MOP Chile

Fuente: Aguayo, 2021.

Por otro lado, debido al problema de salud generado por la pandemia del año 2020, hubo una disminución importante en cuanto a las metas programadas y para el presente año 2021 están proyectados 2,100 km de gestión de caminos de tierra, con una inversión actual de unos US\$ 250 MM/año.

A pesar de haber una oscilación en las proyecciones durante el avance histórico del Programa de Caminos Básicos, se podría completar la red de estos caminos en unos 20 años o 30 años a futuro.

3.1.6 Conservación

Para el Programa Caminos Básicos el concepto de conservación es fundamental ya que las soluciones que se brindan son frágiles en el sentido que son capas delgadas las que se aplican.

Como parte de la experiencia chilena en conservación de caminos, el Ing. Osvaldo Aguayo comenta sobre una extracción de una muestra exploratoria que se realizó en un tramo de la región (ver Figura 7). En estas se aplicaron desde 1995, las primeras imprimaciones reforzadas (actividad que no se realiza más) y, por consiguiente, con los años, el ir colocando sucesivas capas asfálticas de conservación, finalmente ha producido una capa de un espesor

significativo como capa de rodadura de los caminos. Lo anterior en razón de que, para que las soluciones asfálticas se conservaran era necesario un resello de tratamiento simple o lechada asfáltica (Slurry Seal), con una constancia de cada 3 a 8 años.



Figura 7. Sello construido en 1995 con varias capas de tratamiento superficial (Región de Valparaíso)

Fuente: Aguayo, 2021.

En cuanto a la conservación de estabilizaciones, en el caso de las sales, aplicadas en la zona norte del país, se determinó que era necesario realizar una conservación cada 2 a 7 años, escarificando la superficie húmeda, perfilando y compactando la carpeta nuevamente, esto con o sin la adición de dichas sales. Para otros estabilizadores comerciales, aplicados en algunas regiones de la Patagonia, se determinó que era recomendable realizar la conservación cada 6 a 12 meses, ejecutándolo bajo el mismo procedimiento anterior.

3.1.7 Logros del Programa CCBB

Con el Programa de Caminos Básicos se aumentó en un 20 % (17000 Km) más las obras de caminos pavimentados. Esto representa un total del 44 % total entre los caminos pavimentados convencionalmente (24%) y lo ejecutado por el Programa CCBB (20 %). Ver Figura 8.



Figura 8. Logros del Programa Caminos Básicos (CCBB)

Fuente: Aguayo, 2021

Cabe destacar que en este programa, el componente de participación ciudadana ha sido clave para el desarrollo del Programa de Caminos Básicos de Chile.

En resumen, entre los logros a nivel regional y nacional en Chile, con la ejecución del Programa de Caminos Básicos de Chile, está la mejora de la calidad de vida de las comunidades aledañas al camino, impulso al desarrollo local (producción agropecuaria, turismo, plusvalía, etc.), mejor calidad de rodadura para los usuarios, menor frecuencia de actividades de conservación, menor efecto sobre el medio ambiente (reducción de emisiones), mayor control de polvo en temas de salud y una cobertura de todas las regiones.

En la Figura 9 se muestran algunos ejemplos del “antes” y “después” de las intervenciones realizadas en tramos de caminos en Chile.



Figura 9. Ejemplos “antes” (a, c) y “después” (b, d) del Programa Caminos Básicos (CCBB)

Fuente: Aguayo, 2021

De acuerdo con lo indicado por el Ing. Aguayo, en la experiencia chilena, el Programa Caminos Básicos ha sido compromiso de los gobiernos, independiente del color político, lo que le ha permitido tener continuidad a través del tiempo.

Finalmente, el Ing. Aguayo cierra su presentación con la siguiente reflexión de J.F. Kennedy:

“No fue nuestra economía fuerte que nos dio buenos caminos, más bien, nuestros caminos nos dieron una economía fuerte”

3.2. PRINCIPALES EXPERIENCIAS EN LOS PROYECTOS DE LA RED VIAL CANTONAL EN LASTRE

Esta presentación estuvo a cargo del Ing. Eduardo Barquero Solano, MSc. Ingeniero Civil de la Universidad FHS Frankfurt, Alemania, con especialidad en materiales y mecánica de suelos de la Universidad Técnica de Innsbruck, Austria y maestría en Administración y Construcción del Instituto de Tecnología de Georgia, Atlanta, Estados Unidos; consultor internacional, docente en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Director de Sistema Integrado de Compras Públicas (SIPCO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Asesor y Director de proyectos, y Asesor en la formulación y Dirección de Programas de Vialidad para Costa Rica, Centro América y África Occidental dentro de la Agencia para la Cooperación Alemana (GIZ), así como también docente en FUNDATEC y en el Instituto Centroamericano de Administración Pública (ICAP); quien se refirió a los antecedentes de este programa en la gestión de caminos rurales/vecinales de la red vial cantonal de Costa Rica, específicamente en los siguientes aspectos:

3.2.1 Relevancia de los caminos rurales/vecinales

En Costa Rica, alrededor 72,9 % (32417 Km) del total de vías públicas corresponde a caminos vecinales y rutas nacionales en lastre. Estos caminos permiten el acceso a las comunidades y áreas de producción local y a diferencia de las rutas nacionales de alto tránsito, los caminos vecinales generan un sentido de apropiación en los usuarios.

En lo que respecta a esta relevancia que tienen los caminos rurales, se menciona el Índice de Acceso Rural que documenta el Banco Mundial sobre las mejoras, en forma sustancial, en aquellos países que cuentan con una estrategia clara de desarrollo local. Este índice mide la cantidad en porcentaje de población rural que vive a menos de 2 km (equivalente a caminar entre 20 a 25 min) de un camino transitable en toda época del año (ver Figura 10).

La razón por la que el Banco Mundial monitorea este índice es debido a que la inversión vial rural contribuye a disminuir la pobreza y el acceso a servicios de salud y educación. Dentro de la clasificación de Índice de Acceso Rural elaborada por el Banco Mundial, Costa Rica presenta 40% – 60 % en cuanto a estrategias, un rango promedio con respecto a otros países. En el ranking de competitividad global, Costa Rica se encuentra en el puesto 62 de 141 países, con una conectividad de carreteras de 63,3/100 (puesto 103/141) y una calidad de carreteras de 3/7 (puesto 117/141). Estos valores, según el Ing. Barquero, demuestran que no hay un balanceo adecuado con respecto a las posiciones del Foro Económico Mundial, por lo que es una preocupación para Costa Rica como país.

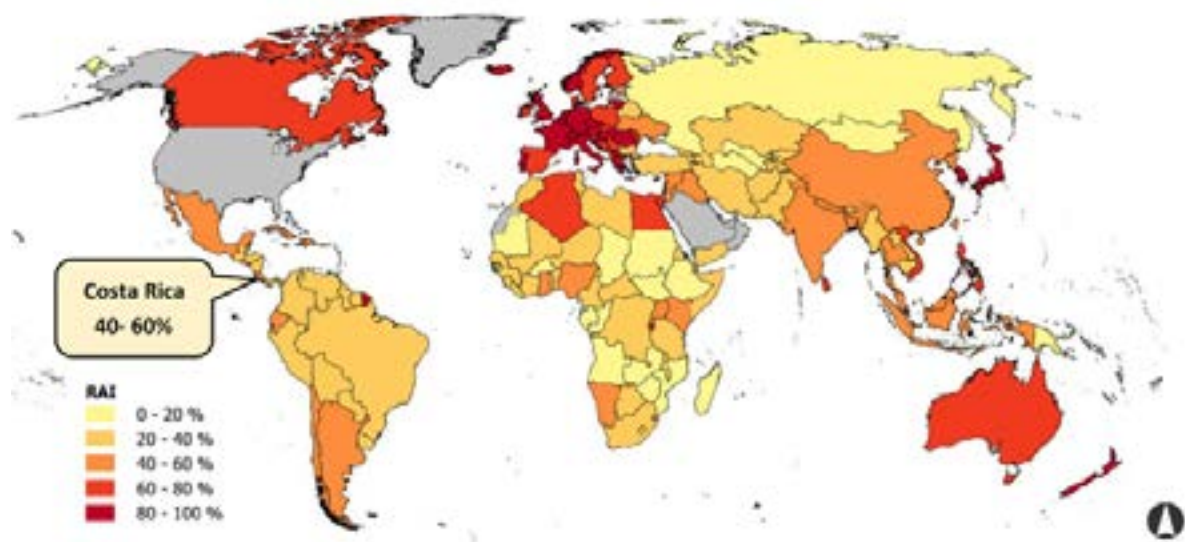


Figura 10. Índice de Accesibilidad Rural de Costa Rica

Fuente: Barquero, 2021

Costa Rica tiene una gran extensión de vías públicas por superficie, alrededor de 870,3 metros lineales por kilómetro cuadrado (ver Tabla 1). Esto significa que existe una alta accesibilidad, pero a la vez un gran trabajo por realizar, en comparación con otros países.

Tabla 1. Extensión de vías por tipo de superficie y metros de vías por Km²

País	Red total	Extensión de red según superficie de rodadura			m. Red vial / km ²
		Pavimentada (km)	Terracería/Revestidas (km)	Caminos vecinales registrados y no registrados (km)	
Guatemala	26322	7122	4900	14300	241,7
Perú	78245	12445	26000	39800	61,3
Chile	80121	16408	35054	28659	106,6
México	228872	127173	16633	85066	192,7
Costa Rica	40025	8500		31525	870,3
Brasil	1603131	196280		1406851	188,3
USA	6531277	4400111		2131166	664,3

Fuente: Barquero, 2021

Por otro lado, existe un momento en donde crece la demanda de caminos vecinales transitables en el año; esto resulta en un aumento en ecoturismo internacional sostenible (en tiempos sin pandemia) con 34 % en divisas del total de exportaciones, crece la visitación a la playa y sitios rurales de recreo, por parte de ciudadanos nacionales e internacionales. Además, aumentan las exportaciones de productos no tradicionales como la piña, yuca, café carbono neutral, y otros que se suman al banano y aceite. Estas exportaciones exigen de mejores caminos para evitar, por ejemplo, daños por el golpe de frutas cuando son trasladadas por carreta hacia la planta empacadora.

3.2.2 Problemas de los caminos en lastre

El deterioro de los caminos vecinales se genera, en cierta manera, porque el trazo de la vía no obedece un diseño geométrico estructural o funcional y, a causa de una superficie de ruedo expuesta, el ciclo de vida es relativamente corto, por efectos de la erosión mecánica, eólica e hidráulica. Esto lleva consigo problemas de transitabilidad durante la época lluviosa y gran cantidad de polvo durante la época seca, es por eso que la gestión de mantenimiento abre a muchas oportunidades de mejoras a este tipo de caminos.

Para esto, Costa Rica ha implementado reformas en favor de la gestión vial. En 1998, se creó el CONAVI y el impuesto sobre los combustibles del 15 %, en donde la Cooperación Alemana realizó una serie de gestiones para que el CONAVI tuviera esta aprobación. En el 2001, se modificó el impuesto sobre los combustibles del 15 % a un impuesto único sobre los combustibles hasta la actualidad, eliminando impuestos selectivos de consumo.

Además, durante el 2001, la Cooperación Alemana apoyó en la creación de unidades técnicas de gestión vial dentro de las municipalidades y que se implementara, como una ley ya establecida, la modalidad participativa de ejecución de obras viales. Una iniciativa importante, debido a que anteriormente las decisiones en las municipalidades sobre qué intervenir, con presupuestos deficientes, se daban por las comisiones de obras de los Concejos Municipales. Lo anterior motivó la ejecución en el 2011, de la ley 8757 Programa de Red Vial Cantonal (PRVC) MOPT/BID I y II, y luego, en el 2015 se crea la Ley 9329 de Atención Plena y Exclusiva RVC por parte de las Municipalidades.

3.2.3 Fundamentos para el desarrollo de caminos vecinales o rurales

El Ing. Barquero mencionó que desde el año 1995, con la Cooperación Alemana, se ha hecho un esfuerzo para que los caminos tengan un manejo adecuado de las aguas (ver Figura 11). Costa Rica necesita tener la previsión de contar con contracunetas en los taludes, contracunetas superiores e inferiores, cunetas al pie de la calzada y sistemas de alcantarillado, por lo menos a cuatro pasos de alcantarilla por kilómetro por año. Además, es necesario implementar subdrenajes como alivio para las bajas capacidades de soporte de los suelos y en contrapartida, donde implementar la colocación de material no es una solución lo suficientemente efectiva, debido al alto grado de saturación de los suelos en nuestro país.



Figura 11. Obras indispensables para el manejo de aguas MOPT-GTZ

Fuente: Barquero, 2021

En el pasado, se usaban materiales locales que tenían la ventaja de tener una plasticidad natural propia del entorno del camino y la gente de experiencia lo utilizaba como lastre para habilitar rutas. Esto generaba bajos costos de transporte y excavación con aseguramientos de calidad que, llegando a medirse con el programa de banco alemán, brindaban vidas útiles de hasta 7 años con mantenimiento, conservando los bombeos para el drenaje de las aguas. Al día de hoy, esto se podría seguir aplicando si se hiciera uso de la “Ley Jerez” N° 8668, aprobada por la Asamblea Legislativa exclusivamente para municipalidades, con la condición que las zonas sean ambientalmente viables para hacer este tipo de explotación.

Otro punto mencionado es el tema del bombeo, en donde se hacen necesarios valores del 6% al 8% para evitar de manera temprana, generación de baches en los caminos; de la misma manera, la implementación de peraltes (ver Figura 12). Lamentablemente, muy pocos caminos rurales manejan este tipo de referencias en sus capas de rodadura. Según comentó el Ing. Barquero, se inventó en ese momento un instrumento denominado “Barquerómetro”, que consistía en un compás o escuadra grande y ajustable, que medía los niveles de bombeo, una vez las maquinarias colocaban los materiales, minimizando los problemas del bombeo durante la construcción.

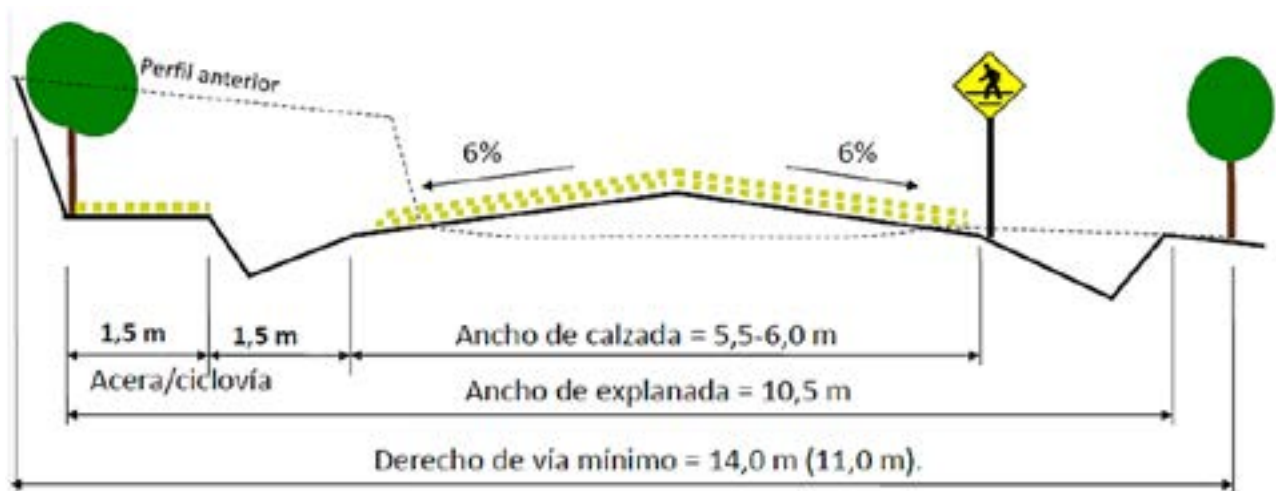


Figura 12. Sección típica ideal de un camino vecinal en lastre + movilidad segura

Fuente: Barquero, 2021

La intención de implementar y controlar estas referencias es rescatar el derecho de vía mínimo de 14 m de un camino vecinal en lastre. Costa Rica cuenta con una cantidad impresionante de caminos que rondan en promedio de 10 m a 11 m. Estos parámetros no permiten implementar temas como movilidad segura, ya que no se tiene el espacio suficiente para construir aceras o ciclovías. Esta es una primera señal de que Costa Rica tiene que hacer un esfuerzo por una estrategia enfocada a rescatar el derecho de vía y que la línea de propiedad esté más allá de los 14 m.

A manera de reflexión, con el tema del ciclo de vida de los caminos vecinales, el Ing. Barquero mencionó que se da normalmente por la curva roja de deterioro que se muestra en la Figura 13, en donde un camino al que se le coloca algún tipo material o se pavimenta, se abandona. Es por eso que, antes de llegar a esta curva crítica, es necesario actuar con un mantenimiento óptimo que permita que el camino se mantenga transitable.

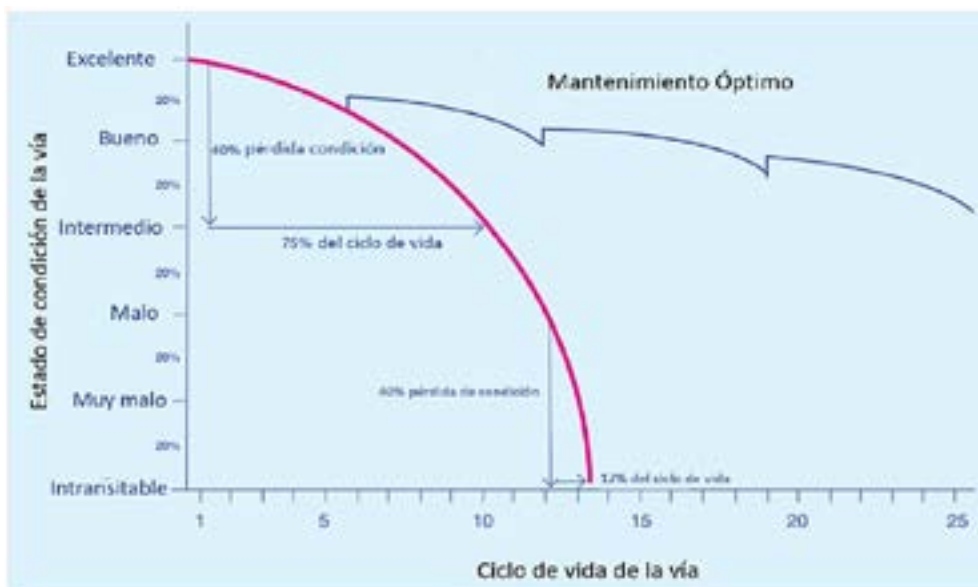


Figura 13. Ciclo de vida de los caminos vecinales

Fuente: Barquero, 2021

Por otro lado, se plantean pilares a considerar para la gestión de caminos vecinales. Como una primera etapa para la gestión de caminos vecinales, el tema de la organización y participación se ha fortalecido en Costa Rica con la intervención de los vecinos, que cumplen funciones como brindar información sobre puntos críticos en el camino y gestionar desplazamiento de cercas para ampliar anchos de vía, mediante promotores sociales. Además, se incorpora personal con énfasis socioambiental como un componente importante y necesario para todos los caminos vecinales, ya que se cuenta con pasos de fauna en todo Costa Rica.

Con ello, en una segunda etapa, se debe trabajar con el inventario, la planificación y diseños; esto como tarea diaria y permanente. El Ing. Barquero mencionó como ejemplo, que con el Programa PRVC-1 para la Red Vial Cantonal del MOPT con el Banco Interamericano de Desarrollo, se adquirieron penetrómetros dinámicos de cono, desarrollados en Sudáfrica, para realizar las valoraciones de capacidad de soporte del suelo. Así, se puede hacer una referencia de lo requerido para el tránsito inventariado de manera permanente y con ello visualizar una estrategia de planificación.

El tema de la gestión de los recursos se tiene que hacer no solamente a la espera de lo que se genera con el impuesto sobre los combustibles, sino que hacer una mayor gestión a través de la búsqueda de otras fuentes. Como puede ser mediante proyectos de interconectividad cantonal que permitan establecer tasas, peajes o concesiones que se pudieran habilitar para este propósito y con esto, hacer una ejecución en la generación de empleo. Para que los recursos invertidos permanezcan en los cantones se han creado medidas como la formación de microempresas de mantenimiento vial por estándares comunitarias. Por último, el tener un proceso de evaluación permanente permite una revisión a lo interno y devolverse al principio de estos pilares, para decidir si se están aplicando las decisiones correctas.

Los fundamentos para el desarrollo de caminos vecinales pasan por una planificación y jerarquización de la gestión de activos viales, la habilitación del derecho de vía y sistema de drenajes, y con ello habilitar mejoramientos progresivos con evaluaciones de Tránsito Promedio Diario (TPD), Capacidad de Soporte (DCP) y complementar con confirmaciones

puntuales con laboratorios. Utilizar puentes bajo diseños estándares del MOPT u otros que se puedan desarrollar en las municipalidades y utilizar normas como la desarrollada en conjunto con el LanammeUCR-MOPT para sellos integrados para la estabilización de estos caminos vecinales, e implementar mecanismos para el aseguramiento de la calidad, como contratos con laboratorios, para verificación de los materiales. De esta manera, incursionar con ellos en pilotos de mantenimiento por estándares, como lo son las microempresas de mantenimientos viales por estándares comunitarios.

3.2.4 Principales experiencias de los Programas PRVC-I y II MOPT/BID

De acuerdo con el Ing. Barquero, entre las principales experiencias en el Programa de Red Vial Cantonal (PRVC), se destacan:

- » Se brindó apoyo en el desarrollo de la planificación vial, con políticas y estrategias de intervención (UNA/UCR), en donde cada gobierno local de Costa Rica de manera individual o mancomunada con los cantones o consejos de distritos o vecinos para la definición e implementación de políticas y estrategias de intervención, través de un contrato con la Universidad Nacional asociado con el LanammeUCR.
- » Se desarrollaron capacidades técnicas ejecutadas en el PRVC-I, junto con la UCR y TEC, para el personal ingenieril y técnico de las municipales del país.
- » Se adquirieron vehículos, equipos, instrumentos y herramientas para la gestión vial.
- » Se trabajó en el proceso de digitalización de caminos para gestión vial, que se complementará con la nueva ortofoto 2018.
- » Se comenzó a trabajar en la rehabilitación sostenible a manera de que, cualquier ruta cantonal de lastre, sea estabilizada.
- » Se implementó el diseño y construcción de puentes prioritarios tipo MOPT disponibles en todas las unidades técnicas de las municipalidades de Costa Rica.
- » El Ing. Barquero reiteró que en el componente constructivo, tiene que asegurarse la existencia de sistemas de drenajes para las principales fuentes de agua provenientes de laderas, nivel freático y precipitación; esto como un mejoramiento progresivo en estos caminos.

Adicionalmente, algunas de las buenas prácticas que deben ejecutarse para la gestión de rutas en lastre, están:

- » Priorizar los caminos troncales de la red vial cantonal en un Plan Vial Quincenal de Conservación y Desarrollo (PVQCD) diferenciando cuales son caminos alimentadores y vecinales troncales.
- » Elaborar los inventarios de necesidades y presupuesto
- » Realizar las evaluaciones de TPD, IRI para rentabilidad económica

- » Realizar los Análisis Socio-Ambientales (ASA)
- » Elaborar las Consultas Socioambientales Significativas (CSAS) como una propuesta de incorporación para los vecinos y sus criterios al momento de realizar algún mejoramiento de una vía.
- » Elaborar los estudios y diseños estructurales, hidrológicos, entre otros.
- » Realizar la contratación y ejecución mediante las metodologías FIDIC de la Federación Internacional Ingenieros Consultores.

Como ejemplos, se mencionan algunos proyectos en donde se ha trabajado con mejoramientos progresivos de caminos troncales y alimentadores, estos son:

- » El proyecto de camino de lastre en la zona de Talamanca (ver Figura 14) en donde se incluye desde la concertación con las comunidades indígenas para validar las mejoras pretendidas, construcciones de muros de contención, colocaciones de bases y subbases hasta la implementación de sistema de drenajes.



Figura 14. Proyecto de mejoramiento Talamanca, C.7-04-019-000

Fuente: Barquero, 2021

- » Proyectos de calles completas, como el proyecto realizado en Santa Cruz Guanacaste, con la rehabilitación y mejoramiento de los sistemas de drenaje y calzada de rodamiento en losas de concreto (ver Figura 15).



Figura 15. Proyecto de rehabilitación y mejoramiento de calles completa en losas de concreto, Cantón de Santa Cruz, Guanacaste 5-03-257

Fuente: Barquero, 2021

» Proyectos finalizados en donde se implementan la colocación de Tratamientos Superficiales (TS3) en el cantón de Cañas, Guanacaste (ver Figura 16), y colocación de subbase, asfaltado y demarcación del Proyecto en el cantón de Los Chiles, Alajuela (ver Figura 17).



Figura 16. Proyecto finalizado de mejoramiento de calles – Colocación de Tratamientos superficiales, Cantón de Cañas, Guanacaste CS-06-011

Fuente: Barquero, 2021



Figura 17. Proyecto finalizado de mejoramiento de calles – Colocación de Tratamientos superficiales, Cantón de Los Chiles, Alajuela 2-14-017

Fuente: Barquero, 2021

» Se cuenta con cinco proyectos pilotos de calles completas de movilidad segura, en Puntarenas: Juanito Mora, Alajuela: El Coyo (en la Figura 18 se muestra un esquema del proyecto), Santa Cruz: Tamarindo -Langosta, Cartago: Lima y Cóbano: Santa Teresa.



Figura 18. Proyecto El Coyo Calle Completa, Alajuela

Fuente: Barquero, 2021

» Por otro lado, el Ing. Barquero mencionó que el sistema de gestión de activos viales es un tema de importancia que funcionará como parte de las acciones para minimizar el costo del ciclo de vida de los activos de la carretera (calzada, espaldones, puentes, obras de arte, sistema de drenajes, señalamiento vial, aceras, ciclovías, área de descanso, iluminación, entre otros). Estos activos se incorporarán en un sistema del MOPT, con una georreferenciación de la Red Vial Cantonal e implementación de un sistema SAGA al servicio de la red vial del país. Esta información geodatabase estará disponible 24/7 a manera de tener un sistema de gestión de activos abierto al uso de las municipalidades; que permitirá tomar mejores decisiones del uso de los fondos públicos.

El tema de las Microempresas de Mantenimiento por Estándares Comunitarias (MMEC) también es otro asunto vital en la generación de empleos, a través de participaciones abiertas de hombres y mujeres para realizar mantenimientos viales de aproximadamente 50 km de vías cantonales. En general, las actividades del MMEC consideran los siguientes elementos:

- » 12 actividades basadas en pagos por estándares
- » 20 cantones participantes a través de Asociaciones de Desarrollo Integral (ADI).
- » Financiamiento del MOPT a través de los fondos del PRVC-II y las municipalidades
- » Costo de 1,9 millones/km/año
- » El modelo no requiere de inspección permanente

- » Hombres y mujeres que habitan a lo largo de los 50 km de caminos bajo contrato
- » Actividades de mantenimientos rutinarios, periódicos y de mejoramientos progresivos.

3.2.5 Necesidad de mejoramientos progresivos en caminos troncales y alimentadores (PRVC II-MOPT/BID)

El Ing. Barquero reiteró la importancia del enfoque de países como Australia que poseen uno de los mejores indicadores en cuanto a estrategias viales y mencionó un artículo de cómo se han ido mejorando las carreteras y caminos en Australia, del cual comparte: “Lo que es único respecto a Australia es el uso de sellos para mantenimiento y tratamientos superficiales. Estas técnicas son usadas ampliamente en Australia, África del Sur y Nueva Zelanda, mientras que al otro lado del mundo se utilizan concreto asfáltico o hidráulico”, o de otro modo, se utilizan materiales de alto valor para hacer estabilizaciones en caminos que a veces no lo requieren.

Finalmente, como lecciones aprendidas el Ing. Barquero mencionó las siguientes:

- » Es vital desarrollar capacidades en habilidades blandas, liderazgo, movilidad segura y mejoramientos progresivos.
- » Urge impulsar la modernización de la gestión vial a través de la digitalización y uso del Sistema de Administración y Gestión de Activos (SAGA) con Planes de Gestión de Activos Viales (PGAV) y métodos costo efectivos.
- » La gestión vial en Costa Rica debe migrar al concepto “Calle Completa”.
- » Es mandatorio formular carteras de proyectos para financiamientos multilaterales, Alianzas Publico Privadas (APPs) o Concesiones.
- » Se debe optar por el Modelo MMEC en la Red Vial Cantonal y Red Vial Nacional para mantenimiento y mejoramientos progresivos.
- » El MOPT tiene opción de promover la metodología MOPT PRVC en caminos de conectividad cantonal, intercantonal y rutas nacionales en lastre, en forma coordinada con gobiernos locales.

3.3 EXPERIENCIAS, DESAFÍOS Y PROPUESTAS DE MEJORA EN PROYECTOS DE LA RED VIAL NACIONAL EN LASTRE

Esta presentación estuvo a cargo del Ing. Mauricio Sojo Quesada del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Licenciado en Ingeniería Civil de la Universidad Fidelitas, Costa Rica. Master en Ingeniería Vial por el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Actualmente encargado del Sistema de Gestión de Activos Viales de ese Consejo y de la planificación, fiscalización y ejecución de proyectos en la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI, quien se refirió a los antecedentes de este programa en la gestión de caminos de rurales/vecinales de la red vial nacional de Costa Rica, específicamente en los siguientes aspectos:

3.3.1 Situación actual de las rutas de país

Según comentó el Ing. Sojo, en esa gerencia se tiene actualmente una gran cantidad de recursos de amparo debido a las afectaciones en la salud donde el polvo se convierte en una situación crítica que resolver, esto junto con los deterioros tempranos en las rutas y la falta de mantenimiento, se vuelve un reto y un desafío a la mejora de la salud, circulación y seguridad vial en las rutas de lastre.

3.3.2 Algunas experiencias en el mantenimiento

Las intervenciones históricamente hechas han sido la conformación de lastre, colocación de capas granulares como superficie de ruedo y mantenimientos básicos de los sistemas de drenaje. Estas actividades básicas de mantenimiento fueron realizadas por mucho tiempo, provocando situaciones como deterioros tempranos en superficies, pérdida de materiales granulares, generando una necesidad continua de mantenimientos obligados cada 6 meses o menos; a pesar del mantenimiento realizado, continuaban los problemas de salud pública como el polvo y problemas en la seguridad vial con la generación de baches y acumulaciones de agua.

3.3.3 Soluciones para el mantenimiento

Además de las intervenciones mencionadas, actualmente, como solución de mantenimiento se han hecho colocaciones de sellos asfálticos de protección superficial con materiales obtenidos de perfilados de las rutas pavimentadas y tratamientos en caminos de lastre que han brindado; especialmente esta última, una gran solución a la mitigación del polvo, protección de la inversión pública, mejora en la salud de la población, aumento en nivel de servicio, aumentos en comercios y viviendas, y disminución de frecuencia de intervenciones. Lo anterior, comentó el Ing. Sojo, se ha logrado gracias al esfuerzo en conjunto con la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT de crear una tercera categoría de superficie de ruedo: capas de protección superficial (PS), tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación ampliada de tipo de superficie de ruedo para el registro de la red vial nacional

No.	Red Vial	Definición	Tipos de superficies
1	Pavimentada	Los caminos pavimentados son aquellos que cuentan con una estructura de pavimento rígido, flexible o semi rígido que se realizan mediante el diseño estructural con el fin de soportar las cargas de tránsito durante un período de vida útil determinado.	Carpeta asfáltica (CA) Hormigón o Concreto (H)
2	Capas de protección superficial	Tipo de capa de protección asfáltica sobre la superficie granular existente utilizada para reducir la pérdida de material por escorrentías superficial, tracción vehicular, entre otras cosas, impermeabilizar la superficie y reducir la cantidad de partículas de polvo dispersas en el aire que se generan con el tránsito vehicular	Sello asfáltico con emulsión asfáltica (SA) Tratamiento superficial simple (TSS) Tratamiento superficial múltiple (TSM) Lechas asfálticas (Slurry Seal) Perfilado Otros
3	No pavimentada	Superficie de ruedo de material granular expuesta o con materiales estabilizadores y tierra sin ningún tipo de protección impermeabilizante superficial.	Superficies granulares estabilizadas Lastre Tierra

Fuente: Sojo, 2021

3.3.4 Costos de intervenciones

Se realizó una comparación de los costos de intervenciones en el sistema de gestión de activos, con distintos supuestos para la creación de escenarios entre intervenciones de lastre versus capas de protección superficiales, tal como se muestra:

Intervenciones en lastre:

- » Conformación de cunetas y espaldones
- » Colocación de material de préstamo clasificado.
- » Conformación superficie ruedo en lastre
- » Acarreo y colocación de material de perfilado con un espesor de 10 cm

Intervenciones en capas de protección superficial:

- » Construcción de cunetas de concreto en un 75 % de la longitud de los corredores viales (a ambos lados).

- » Demarcación horizontal correspondiente al señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla), sólo en el centro de la calzada.
- » Colocación de señales rígidas sobre pavimento (Capta Luces 2 Cara Amarillas), sólo en la línea centro.
- » Aplicación de un Tratamiento Superficial tipo TS2.

Además, según lo indicado por el Ing. Sojo, se asignaron costos por kilómetro de intervención en cada uno de los mantenimientos, tal como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3. Costo de mantenimiento en rutas en lastre con y sin capas de protección superficial

Mantenimiento de rutas en lastre con capas de protección superficial (Costo por kilómetro)						
Ancho (m)	Longitud (km)	Costo de Intervención de superficie de ruedo (km)	Cunetas	Demarcación (km)	Mantenimiento rutinario (km)	Pasos de alcantarillas (km)
6,5	1	¢29,665,226.50	¢21,551,569.20	¢1,747,476.57	¢654,487.21	¢26,884,772.72
Mantenimiento de rutas en lastre sin capas de protección superficial (Costo por kilómetro)						
Ancho (m)	Longitud (km)	Costo de Intervención de superficie de ruedo (km)	Cunetas	Demarcación (km)	Mantenimiento rutinario (km)	Pasos de alcantarillas (km)
6,5	1	¢29,665,226.50	-	-	¢654,487.21	¢26,884,772.72

Fuente: Sojo, 2021

En las superficies de lastre sin capa de protección, año con año se deben realizar mantenimientos mientras que las superficies de lastre con capa de protección permiten una planificación en las rutas, esto da como resultado una primera intervención de mayor costo que luego a largo plazo se irá disminuyendo, reflejando casi 60 millones de colones con una rentabilidad de 5 años. Estos números son un respaldo de que los tratamientos superficiales y sellos de preservación son claramente una inversión fuerte inicial que protegerá la inversión pública de una manera adecuada a largo plazo (ver Tabla 4).

Tabla 4. Inversión en mantenimiento de rutas de lastre con y sin capas de protección superficial por kilómetro

Año	Mantenimiento de lastre con capas de PS	Mantenimiento de lastre sin capas de PS
1	¢80,503,532.20	¢56,943,977.95
2	¢654,487.21	¢30,059,205.22
3	¢654,487.21	¢30,059,205.22
4	¢26,796,515.78	¢30,059,205.22
5	¢654,487.21	¢30,059,205.22
Total	¢109,263,509.61	¢177,180,798.84
Total de los 1.100 Km de lastre a los 5 años	¢109,263,509,609.30	¢177,180,798,840.08

Fuente: Sojo, 2021

3.3.5 Propuestas actuales en proyectos de rutas en lastre

Unas de estas propuestas del CONAVI es la implementación de políticas de mantenimiento asociadas a una inversión progresiva en cada ruta según su estado y sus últimos mantenimientos, una inversión en sistema de drenaje según inventarios, un reforzamiento estructural progresivo en las rutas que, aparte de cumplir con un buen estado, dispongan de manera adecuada de un soporte estructural ante cargas vehiculares. Entre otras propuestas está la de crear planes de mantenimientos periódicos y no reactivos, así como enfocarse a mejoras en la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos.

3.3.6 Principales desafíos que enfrenta la gestión de proyectos de rutas en lastre

Según comentó el Ing. Sojo, dentro de los principales desafíos en la gestión de proyectos de estas rutas se encuentra el limitado presupuesto con el que se cuenta y más en la actualidad en situación de pandemia. Las redes de rutas de lastre son muy extensas, hay una escasa información de los activos, condiciones estructurales con las que cuenta cada ruta y problemas en los plazos de contratación administrativa, en donde ciertas intervenciones generan contrataciones de alta cuantía, provocando que los contratos tarden tiempo en salir.

3.3.7 Gestión de rutas en lastre de la red vial nacional y la perspectiva hacia el futuro sobre este tipo de rutas

Actualmente, se ha iniciado con un Sistema de Administración de Pavimentos -SAP- en el tema de Gestión de Activos Viales. Además, como perspectiva hacia el futuro se tienen que realizar evaluaciones de los pavimentos con instrumentos de gestión especializados en donde se contempla realizar inventarios con softwares de pavimentos y levantamientos de activos viales y necesidades. Una vez obtenida esta información, se debe proceder a efectuar un análisis de las intervenciones y seguimiento al comportamiento a lo largo del tiempo.

Los siguientes pasos a realizar como Gerencia en el sistema de gestión de CONAVI, según comentó el Ing. Sojo, son:

- » La implementación del SAP de la red vial
- » Tener una base de datos – inventario vial georreferenciado
- » Tener información histórica del mantenimiento
- » Realizar evaluaciones con el Índice de Condición de Caminos No Pavimentados (URCI)
- » Tener una integración con Sistemas de Integración Geográficos (SIG) y,
- » A partir de lo anterior, generar escenarios de intervención con las mejores alternativas, presupuestos y priorizaciones de los caminos.

3.3.8 Conclusiones

A manera de conclusión, el Ing. Sojo manifestó que los proyectos que cuentan con capas de protección superficial han mejorado el nivel de servicio de las carreteras y calidad de vida de los usuarios. Asimismo, a lo largo del tiempo y bajo técnicas de construcción adecuadas, los proyectos con capas de protección superficial presentan un ahorro significativo a la Administración. Adicionalmente, se requieren estudios técnicos que permitan determinar el estado real de composición de la ruta, para conocer el paquete estructural y establecer la intervención más óptima; entre otra información de interés.

3.3.9 Recomendaciones

Se recomienda como sistema, continuar con la implementación de tratamientos superficiales para la preservación de las rutas con capas de protección superficial. Una vez realizadas estas primeras intervenciones de los tratamientos, se debe continuar con un mantenimiento de preservación aplicando sellos asfálticos como tratamientos superficiales simples o con técnicas más novedosas como fog seal, slurry seal o microcapas que permitan brindar una mayor vida útil. Por último, poner en práctica un plan estratégico para la intervención de rutas de lastre y con capas de protección superficial.

3.4 LA PERSPECTIVA DESDE LA FISCALIZACIÓN DEL LANAMME UCR

Esta presentación estuvo a cargo del Ing. Luis Diego Herra Gómez, Licenciado en Ingeniería Civil y egresado de la Maestría en Ingeniería de Transporte y Vías de la Universidad de Costa Rica (UCR), Ingeniero y miembro de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR de la Universidad de Costa Rica, quien se refirió a los antecedentes de este programa en la gestión de caminos de lastre desde una perspectiva de actividad de fiscalización del LanammeUCR, específicamente en los siguientes aspectos:

3.4.1 Reseña en los últimos años

Desde el punto de vista de la fiscalización, la gestión en caminos de lastre es muy importante ya que, dentro de las labores cotidianas, se realizan visitas a varios frentes de obras donde es muy común observar diferentes prácticas de gestión durante la realización de proyectos de lastre, por lo que se trata de evidenciar estas situaciones, con el objetivo de que la Administración genere acciones correctivas y preventivas, para reducir la frecuencia con que este tipo de situación ocurren.

En la Tabla 5 se muestran los últimos cinco informes que se han realizado, que cumplen con la función de auditar el proceso, la ejecución y la gestión del contrato realizados en rutas nacionales particulares y que se han atendido mediante contratos de lastre. Estas rutas, en términos de red vial nacional, se atienden mediante contrataciones independientes y se define qué años se auditará una u otra ruta con base en un esquema de priorización.

Tabla 5. Auditorías realizadas en los últimos años en caminos de lastre

Informe	Ruta Nacional	Nombre del Informe
LM-PI-AT-15-17	920 y 935	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 920 (2015LA-000001-ODI00). Ruta Nacional 935 (2015LA-000039-0GCTT)
LM-PI-AT-27-17	150	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 150 Licitaciones: 2015LA-000016-0GCTT y 005-2015 CONAVI-CNE)
LM-PI-AT-115-18	163	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 163 (Zona 2-4). Licitaciones: 2017LA-000003-0006000001
LM-AT-91-2019	334	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 334 (Zona 4-1). Licitaciones: 2018LA-000017-0006000001
LM-IC-D-008-2020	329	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 329 (Zona 4-1). Licitaciones: 2018LA-000020-0006000001

Fuente: Herra, 2021

A finales del año 2020, tomando en cuenta las experiencias a partir de estas auditorías, se realizó el informe LM-INF-D-0004-2020 “Análisis de la atención de la red vial nacional en lastre y la promoción de capas de protección superficial como parte de la conservación vial”.

Este informe analiza las experiencias vividas, así como la gestión en términos generales de las rutas nacionales en lastre. A partir de este informe, surge la inquietud de realizar el presente simposio, objeto de esta recopilación de experiencias de diferentes actores; por lo que se presentaron los principales hallazgos y observaciones que se han visto desde el punto de vista de la fiscalización del LanammeUCR.

Estos hallazgos y observaciones se pueden categorizar en seis grandes áreas:

- » Gestión y cumplimiento del contrato
- » Diseño, control de calidad y materiales
- » Maquinaria y equipo
- » Seguridad Vial
- » Prácticas constructivas y desempeño
- » Sistema de drenaje

3.4.2 Gestión y cumplimiento del contrato

- » Órdenes de modificación

Esta categoría se relaciona con las órdenes de modificación generadas en diferentes proyectos, las cuales son mecanismos utilizados durante el desarrollo del proyecto para ajustar las necesidades e imprevistos del mismo, y que no fueron considerados en el contrato, es decir, se utilizan para ajustar el contrato sin cambiar el objeto. Lo anterior es muy frecuente y en general, se realizan numerosas órdenes de modificación, para aumentar cantidades de materiales y al final del proyecto, se hacen otras órdenes de modificación para disminuir las mismas cantidades de materiales. Esta situación podría simplificarse y ser más eficiente, si se contara con un inventario real y actualizado de las necesidades del proyecto.

- » Incumplimientos en el uso de la bitácora

Otro aspecto que se ha visto en términos de gestión y cumplimiento del contrato, es el incumplimiento en el uso de la bitácora en donde se han encontrado registros incompletos de visitas respecto a lo que establece el cartel.

- » Inspección y personal aportado por el Contratista

Se ha evidenciado ausencia de inspección por parte de la Administración en labores importantes, por ejemplo, en la estabilización de capas de ruedo y el incumplimiento en cuanto al personal aportado por el Contratista en donde muchas veces no cumple con la experiencia establecida en el cartel.

- » Mantenimiento

El mecanismo de atención a estas rutas de lastre es mediante licitaciones abreviadas, por lo tanto, una vez realizada la obra, la ingeniería de proyecto no cuenta con mecanismos para su mantenimiento, a menos de gestionar otra licitación para realizar el mantenimiento que se acaba de atender. El Ing. Herra mostró en la Figura 19, un mapa del estado actual, de los últimos seis meses, de los proyectos en rutas de lastre.

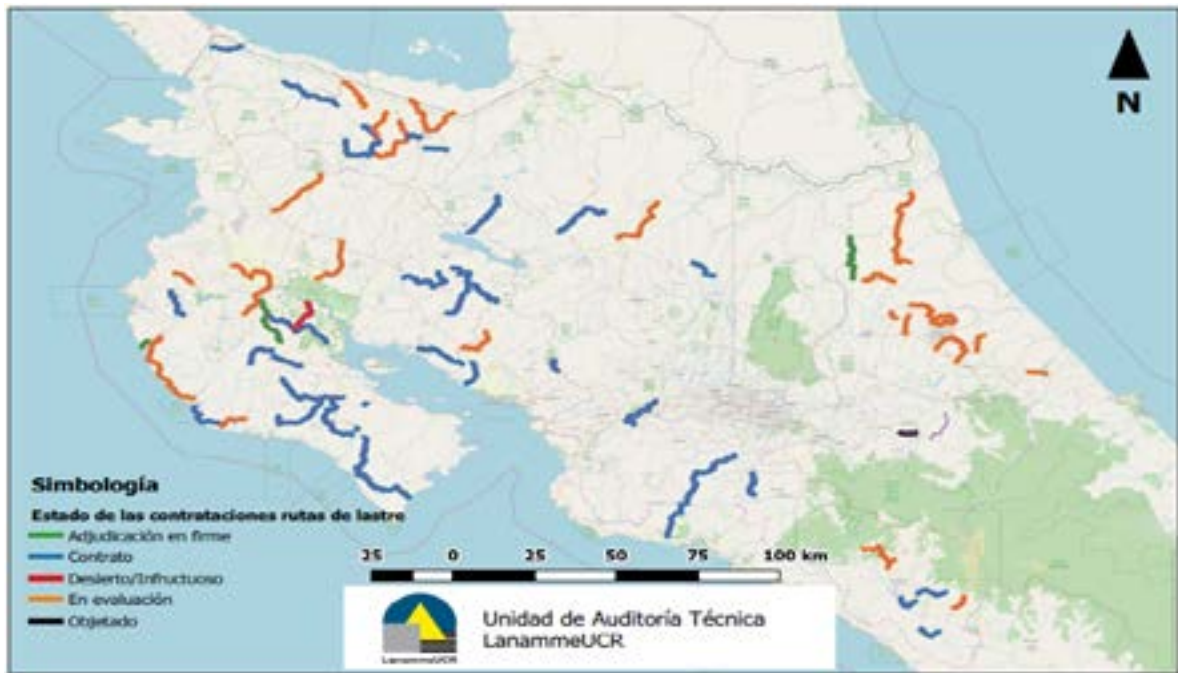


Figura 19. Mapa del estado de los proyectos en rutas de lastre

Fuente: Herra, 2021

- » Sistema de gestión de proyectos de CONAVI (SIGEPRO)

En términos de trazabilidad y transparencia de los trabajos que se ejecutan, si bien es cierto, el CONAVI cuenta con una plataforma para la gestión de proyectos denominada SIGEPRO, entre otros aspectos, se deberían registrar de forma sistemática todas las labores que se ejecutan en los frentes de trabajo, las estimaciones de pago y los resultados de las verificaciones de calidad de los diferentes proyectos en ejecución. Por otra parte, en algunos proyectos se le resta importancia al SIGEPRO, ya que se han evidenciado deficiencias en cuanto a la especificación de la ubicación de los trabajos realizados día a día y deficiencias en cuanto a los anexos de control de calidad, ya que no se suben todos los ensayos realizados a la plataforma web.

3.4.3 Seguridad vial del proyecto

- » Control temporal de tránsito

En esta categoría se han evidenciado incumplimientos en el plan de control de tránsito, que ponen en riesgo la seguridad vial de los usuarios que transitan en el proyecto durante su ejecución y que son casos muy comunes en estos caminos de bajo volumen de tránsito.

- » Señales verticales

Con frecuencia se ha evidenciado en estos proyectos de rutas de lastre, la necesidad de colocación de señales verticales como lo son: prioridades de paso, velocidades reglamentarias, existencia de centros educativos, entre otras.

- » Material de secado

Se ha observado en algunos proyectos que este material permanece colocado mucho más tiempo del necesario para el rompimiento de la emulsión. Este material (polvo de piedra) se coloca para proteger la superficie una vez que se imprimó, no obstante, el problema radica en que una vez la superficie de imprimación realizó su proceso de curado, es necesario barrerse debido a que este material puede alojarse en los drenajes o generar polvo y por ende, generar otros impactos indeseables para la funcionalidad del proyecto y para la salud de las comunidades cercanas al proyecto.

- » Sistemas de contención vehicular (SCV)

Se ha evidenciado la necesidad de incorporar SCV en tramos de este tipo de rutas donde los márgenes de la vía por la mejora de la superficie existen velocidades de operación más altas, se vuelven no traspasables o existen elementos rígidos que representan un peligro para los conductores.

- » Usuarios vulnerables

En rutas de lastre, al mejorarse la superficie de ruedo las velocidades de operación aumentan significativamente por lo que presentan un peligro mayor para los peatones que transitan al margen de la vía.

3.4.4 Diseño y control de la calidad de los materiales

- » Ausencia de caracterización del material de perfilado

En algunos casos, se ha evidenciado que se utiliza material de perfilado proveniente del fresado de una carpeta asfáltica para aprovecharse en la estabilización en superficies de lastre, por lo que se recomienda realizar ensayos de caracterización básica del material de perfilado, para verificar si es necesario seleccionarlo para retirar partículas de sobretamaño, agregar arena o polvo de piedra para corregir la escasez de finos (índice de plasticidad) que generalmente presentan.

- » Definición de las dosificaciones de emulsión

Cuando se estabiliza el material con emulsión, la dosificación prácticamente se realiza sin un diseño previo, ya que no hay lineamientos cartelarios para definir cómo debería diseñarse este material para encontrar el contenido óptimo de emulsión; sin que el material quede suelto o pueda exudar.

- » Conflicto de intereses en la verificación de la calidad

En un proyecto específico, se observó que, durante la ejecución del proyecto, el laboratorio de autocontrol de calidad de la empresa constructora, pasó a ser de verificación de calidad para el CONAVI, mientras que la consultora de verificación de calidad de CONAVI, pasó a ser autocontrol de la empresa constructora. Es decir, hubo un intercambio de roles.

- » Cantidad de ensayos realizados

Se ha evidenciado incumplimientos en la matriz de frecuencia de ensayos de control de la calidad realizados.

- » Tipo de emulsión a utilizar

Para el tipo de emulsión asfáltica, en el caso de estabilización de un material granular, se recomienda una emulsión de rompimiento lento. Más aún, si se utilizan equipos como niveladoras para realizar la homogenización, aunque lo ideal es utilizar una recuperadora de caminos. Cuando se utiliza emulsiones de rompimiento rápido para estabilizaciones, resulta difícil que el operador homogenice correctamente todo el material de la superficie, lo que propicia que queden superficies no estabilizadas que generarán puntos de concentración de deterioros.

- » Tipos de materiales a utilizar

Se ha evidenciado el uso de material granular que no cuenta con condiciones mínimas como lo es la plasticidad.

3.4.5 Prácticas constructivas y desempeño

En cuanto a este apartado, se han observado varios incumplimientos en el bombeo de la vía, es decir, bombeos inversos y debilidades en su conformación. Por otro lado, problemas en los frentes de trabajo con maquinarias circulando sobre superficies recién conformadas produciendo deterioros prematuros a la superficie, escombros que a lo largo de la vía no se recogen, generación de polvo por lanzamientos de bolsas de cemento en actividades de producción de concreto en sitio, vagonetas sin lonas de protección que permiten que el material transportado se contamine (ver Figura 20).



Figura 20. Incumplimiento en las prácticas constructivas y desempeño.
a) Generación de polvo por lanzamiento de bolsas de cemento, b) Deterioros prematuros por la circulación de maquinarias en trabajos recién realizados, c) y d) Vagonetas sin lona de protección-exposición del material a contaminarse

Fuente: Herra, 2021

En cuanto a la construcción de elementos de concreto, se ha evidenciado de uso agregados o piedras como separadores que al ser una superficie no regular, no se garantiza un adecuado revestimiento de las varillas de acero y en algunos casos, se utilizan como separadores la misma varilla de hierro (Ver Figura 21).



Figura 21. Incumplimiento en las prácticas constructivas y desempeño: agregados, piedras y varillas como separadores para revestimiento

Fuente: Herra, 2021

3.4.6 Maquinaria y equipo

Se recomienda el uso de topografía para garantizar que los bombeos se cumplan, especialmente en este tipo de caminos, donde el sistema de drenaje es de suma importancia para garantizar el correcto desempeño de estas rutas. Se ha observado en muchos proyectos el uso de niveladoras, en lugar de recuperadoras para homogenizar el material granular con agente estabilizador (que en la mayoría de los casos puede ser cemento o emulsión asfáltica). De la misma manera, se ha observado el uso de camiones pesados como tanques de distribuidor de emulsión, lo cual es una práctica inadecuada debido a que este tipo de vehículos utilizados inducen deterioros tempranos al camino.

3.4.7 Sistemas de drenaje

El material de secado o el polvo de piedra a veces no se retira y se acumula en los sistemas de drenaje, así como en secciones de cunetas no revestidas con un potencial riesgo de erosión y socavación de la estructura conformada. Por lo general, se ha observado que, los presupuestos destinados al rubro de drenaje son insuficientes para este tipo de contratos de rutas en lastre. En la conformación de cunetas, se ha observado de manera puntual, que en algunos casos no se realiza la conformación como tal de cunetas no revestidas a un lado de la vía, representando esto una limitante al desempeño de los proyectos. En las juntas de tuberías de drenajes transversales, se ha observado la ausencia del mortero de junta o no se realiza en toda la circunferencia, lo que podría generar en algún momento que las tuberías se desnivelen o el agua que fluye dentro de la tubería se salga en esos puntos de uniones que no quedan selladas. Se ha evidenciado la ausencia de cabezales de salidas y elementos para la protección de erosión en la colocación de pasos transversales de alcantarilla, así como nidos de piedra en el concreto que pueden afectar la integridad del acero que queda expuesto (Ver Figura 22).



Figura 22. Problemas con el sistema de drenaje: a) Material de secado acumulado en alcantarillas, b) Mal nivel y falta de mortero para juntas de tuberías, c) Drenajes obstruidos durante la ejecución del proyecto, d) Nidos de piedra en concreto y acero de refuerzo expuesto, e) Salida para alcantarilla sin cabezal y taludes expuestos, f) Erosión de talud y tubo en riesgo de caer al río caídas a cuerpos de agua

Fuente: Herra, 2021

4. CONCLUSIONES DEL SIMPOSIO VIRTUAL “EXPERIENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL Y CANTONAL EN LASTRE Y PROPUESTAS PARA SU MEJORA”

Después de analizar las diferentes experiencias de los actores que participaron como ponentes, la actividad resultó muy positiva, pues permitió visibilizar de manera integral, aspectos políticos, económicos, administrativos y técnicos que influyen en una buena gestión en caminos de lastre. A continuación, se plantean las principales conclusiones generales, así como conclusiones específicas desde el enfoque de red vial cantonal y nacional en lastre, y además las conclusiones desde la perspectiva de la fiscalización en la red nacional en lastre.

Conclusiones generales

1. La mejora en caminos rurales contribuye directamente en la calidad de vida de la población y en la economía del país.
2. La continuidad de un programa para la gestión de rutas no pavimentadas debe ser un compromiso de los gobiernos, independientemente del color político, tal como se evidenció en la experiencia chilena.
3. Según la experiencia de Caminos Básicos en Chile, luego de mejorar rutas de lastre con capas de protección, la estrategia ha sido, preferiblemente conservar con sellos y aplicaciones adicionales de productos estabilizadores.
4. Se requiere formalizar una estrategia de mejoramiento y conservación de los caminos no pavimentados, tanto en la Red Vial Nacional como en la Red Vial Cantonal.
5. Es necesario impulsar un cambio de visión respecto del mantenimiento de los caminos no pavimentados, para pasar de la rehabilitación o reconstrucción a la conservación.
6. Es clave mantener un enfoque integral para la gestión de caminos no pavimentados, que incluyan elementos como los drenajes, modelo de conservación participativa-microempresas, movilidad segura, puentes, resiliencia, protección de fauna y mitigación de otros impactos ambientales.
7. Es tarea de los diferentes actores, rescatar esfuerzos anteriores, estándares y experiencia adquirida para adaptarlas a las necesidades actuales.
8. El modelo de microempresas comunales de mantenimiento por estándares implementado en la RVC ha demostrado ser beneficioso tanto desde el punto de vista técnico como para la generación de empleo y el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Es recomendable valorar la implementación de este modelo en la conservación de la Red Vial Nacional en lastre.

Conclusiones específicas en relación con la red vial cantonal de Costa Rica

1. A nivel del MOPT y Municipalidades es necesario continuar con los esfuerzos de planificación, inventario y digitalización, desarrollo de estándares-estudios-diseños, capacitación, conservación participativa, movilidad segura y mitigación de impactos ambientales.
2. Desde el punto de vista técnico, el uso de estabilizadores para los caminos no pavimentados es una alternativa recomendada para extender su vida útil, siempre que exista un diseño previo que evidencie su aplicación y una mejora en el desempeño del material. La opción de “asfaltar” rutas no pavimentadas debería aplicarse solo cuando se justifique técnicamente.
3. Es necesario implementar un registro u otra herramienta para documentar el seguimiento del desempeño de las diferentes medidas de intervención.

Conclusiones específicas en relación con la red vial nacional de Costa Rica

1. Se requiere implementar un plan estratégico para la gestión de la red vial nacional no pavimentada.
2. Es urgente mejorar los inventarios y las evaluaciones para determinar su condición actual e incorporarlos al Sistema de Administración de Pavimentos (SAP).
3. Es necesario implementar políticas de mantenimiento que se enfoquen en la conservación-preservación.
4. El CONAVI con apoyo del MOPT, tiene como reto país valorar la implementación del modelo de microempresas comunales de mantenimiento por estándares.
5. Es importante continuar con el uso de sellos, tratamientos y uso de perfilado pues su costo de ciclo de vida es menor, pero aplicando las buenas prácticas de diseño de materiales, procesos constructivos y mantenimiento de estas intervenciones.
6. Desde el punto de vista administrativo-legal, es necesario mejorar la gestión de contrataciones.

Conclusiones desde la perspectiva de fiscalización de proyectos de la red vial nacional lastre

1. Desde el punto de vista administrativo-legal, es necesario mejorar la gestión de contrataciones en cuanto a los plazos requeridos para la licitación y ejecución de los proyectos.
2. Desde el punto de vista técnico, es necesario fortalecer las contrataciones para conservación vial con la incorporación de técnicas de preservación.

3. Es necesario mejorar el control del tránsito en obra y aspectos de seguridad vial debido al aumento de velocidades en rutas que son intervenidas y que ofrecen una mejor superficie de ruedo, pero que representan mayores riesgos para los usuarios vulnerables (peatones, ciclistas, etc.)
4. Desde el punto de vista constructivo, es necesario retirar el material de secado usado para las capas de protección, luego de las obras de mejoramiento, para evitar problemas en el funcionamiento de los drenajes y de salud de las comunidades cercanas al proyecto.
5. Se requiere un cambio en la cultura técnica para priorizar el uso de emulsiones asfálticas de rompimiento lento para sellos asfálticos y gestionar lo que corresponda para concretarlo.
6. Por parte de los diferentes actores, atender las oportunidades de mejora en diseño, procesos constructivos y control de calidad de las intervenciones que se aplican a la red vial nacional en lastre.

5. RECOPIACIÓN DE CONSULTAS DE LOS PARTICIPANTES DEL SIMPOSIO VIRTUAL

Al final del Simposio se brindó un espacio para consultas por parte de la audiencia, por lo que a continuación, se presentan las preguntas planteadas y las respectivas respuestas de cada uno de los ponentes:

Consultas dirigidas al Ing. Osvaldo Aguayo Zamora

- 1) En la experiencia chilena ¿cuáles criterios se utilizan en los caminos básicos para escoger el tipo de intervención?
 - » **R.** La selección o alternativa a elegir se resume más a una experiencia regional o llamado juicio experto. Cuando se iniciaron este tipo de actividades, se probaron varias soluciones y cada región, fue adaptando cada alternativa con la que más se adaptaba a la realidad de su entorno, por lo que hoy en día se tiene claro lo que hace cada uno. Aunque se establecen las políticas a nivel central, cada región de Chile es la que rige con qué solución trabajará.
- 2) Luego de construir este tipo de caminos, ¿cómo se le dan mantenimiento?
 - » **R.** Cuando el camino pasa de un estado no pavimentado a tener algunas de estas soluciones básicas en su superficie, pasa al conjunto de caminos que hay que conservar y se realiza por una de estas tres modalidades: por contratos, por Administración directa o, en la mayoría, por contrato de conservación global que son contratos de cuatro años que cubren una red completa de unos 400 km o 600 km.
- 3) El enfoque de los programas parece mejorar la serviciabilidad de los caminos al proteger la estructura existente y poco enfoque estructural ¿Qué comportamientos estructurales experimentaron y cómo se está gestionando en la conservación?

» **R.** Lo que se ha autorizado en el país y lo que se ha hecho es cambiar la conservación que se hacía normalmente (colocar una capa granular en reposición de la dañada y dejarse en servicio por unos dos o tres años, realizando este ciclo cada cinco años para reponer esa capa y hacer la conservación rutinaria), por colocar una capa de protección de mayor duración. Se considera que los caminos que se están tratando ya están consolidados estructuralmente y por lo tanto, no debiera haber problema.

» Actualmente, debido a la gran cantidad de proyectos, se contratan consultoras y mediante una inspección visual se realiza estratigrafía de suelo, teniendo algo más de información del camino a intervenir. Además, ya existen campañas para el uso de deflectómetro y se ha intentado adquirir para cada región un deflectómetro portátil para tener una mejor información de los suelos. Lo que generalmente se usa es el juicio experto, y en general se interesa más en el tema de no polvo que en la parte estructural.

4) Al tener nuevos caminos básicos se eleva la conservación vial en términos presupuestarios para mantenerlos en conjunto con los existentes. De lo que usted conoce, ¿han existido problemas presupuestarios para poder mantener estos caminos en el 2021 en Chile?

» **R.** Existió cierto desconcierto hacia las autoridades cuando en algún momento se dijo que se iba a reducir el presupuesto del año para estos caminos en atender otros tipos de gastos, pero, debido a un análisis se concluyó que una forma de reactivarse como país era a través de obras públicas por lo que, en vez darse una reducción se dio un aumento del presupuesto.

5) Para los caminos básicos intermedios con capas estructurales, ¿Hacienda les pidió la elaboración de estudios de rentabilidad económica y social, o únicamente deben cumplir con las condiciones de tránsito solicitadas?

» **R.** Lo que hoy se tiene con respecto a los caminos básicos es un costo por kilómetro máximo, algunas condiciones de anchos máximos y el tránsito entre 200 y 400 vehículos, por lo que hoy en día es bastante simple lo que se exige. Al principio, con las primeras intervenciones de normativa, se tenía que cumplir con cierta rentabilidad con métodos simplificados, pero no se hizo luego.

6) ¿Se han usado estabilizadores tipos "Road Binder"?

» **R.** No se ha usado este tipo de estabilizadores. A nivel de pruebas se han usado otros tipos de estabilizadores y no se han tenido los resultados que ofrecen generalmente.

Consultas dirigidas al Ing. Eduardo Barquero Solano

1) Aproximadamente, ¿cuánto varían los costos de operación vehicular entre caminos pavimentados y caminos de lastre?

» **R.** Actualmente, se está en la determinación del antes y después de los costos de operación, pero sí se puede decir que los caminos estabilizados presentan un 30 % menos garantizado de costos de operación de los vehículos. Si a esto se le suma el componente de la menor descarbonización, se piensa que es un negocio muy positivo para el país.

2) ¿Qué medidas ambientales se siguen en los proyectos cantonales?, ¿son aprobados por SETENA, son partes de las políticas de un proyecto BID o ambos?

» **R.** La mayoría de caminos son existentes por lo que no se habilita ningún camino nuevo y se hacen bajo resoluciones de proyectos de bajo impacto ambiental ante SETENA. Asimismo, se realizan viabilidades ambientales para las estructuras de puentes y permisos de obras en cauces y alcantarillas. Como novedad, se agregan consultas socioambientales en donde se tratan las consultas de los temas ambientales que se tienen como preocupación por parte de los vecinos, hasta el nivel de abordar diseños como, por ejemplo, plantas de tratamiento por mal manejo de aguas residuales, esto con políticas del Banco Interamericano de Desarrollo.

3) Lecciones aprendidas sobre el contrato de mantenimientos por estándares y el uso de los planos tipos puentes del MOPT.

» **R.** El sistema de contratación de mantenimiento por estándares es una bondad. En ella se definen indicadores que sean asequibles para el contratista y se le encargan la responsabilidad de cumplir estos estándares. Para caminos de lastre se tienen 12 indicadores, desde recolección de basura hasta el cuidado de la vía. La experiencia es muy positiva del proyecto piloto que se hizo en el programa PRVC-I de dos años y que ahorita se está en un subcomponente a tres años, siendo esta la primera lección aprendida. La segunda es que se disminuyen los costos de inspección. Existe un ahorro sustancial que, comparado con otras rutas incluso nacionales, es de muy bajo costo de administración.

» La otra lección aprendida es que se adquirió un gran conocimiento y se logró una mayor producción a nivel de cada uno de los microempresarios que trabajan en la actualidad. Por ejemplo, se ha medido la capacidad de producir 10 km más por año de intervención que el promedio sudamericano y que, de hacerse con asociaciones de desarrollo, el lucro de la microempresa se invierte dentro de la misma comunidad.

» Respecto a los planos tipo, se hicieron 36 puentes con diseños del MOPT y la bondad de esto es poder contar en mano con unos planos que se puedan utilizar haciendo las valoraciones hidrológicas e hidráulicas, las capacidades de soporte de los estudios de suelos y los estudios de impacto ambiental.

4) ¿Existe algún registro o historial de la durabilidad de las intervenciones realizadas en el programa de la red vial cantonal? ¿Se podrá acceder si existe?

» **R.** El registro de durabilidad se lleva de manera puntual pero no está estructurado como tal. Esto más bien generó y dio un mayor sustento a la justificación de un sistema de gestión de activos que, muy posiblemente, se verá implementado al cabo de un año y que esté abierto a todas las municipalidades del país.

» Esto precisamente porque esta labor hay que llevarla de una manera muy rigurosa y desde que se cambió la ley para que el MOPT no tuviera más intervenciones sobre la red vial cantonal, esto es uno de los temas que quedó en el limbo y más bien, lo que se pensó es que el sistema de gestión de activos lleve la información y el aporte de cada municipalidad, y que el MOPT lleve el registro, la *data base* y el chequeo de que el sistema esté funcionando.

5) Experiencias con las consultas significativas y ¿cuál podría ser la valuación y las lecciones en la parte socioambiental?

» **R.** Para el ambiente costarricense, las consultas socioambientales dan la posibilidad de escuchar a los que hablan en favor y en contra de un proyecto, y a los que dicen que sí estoy de acuerdo de hacer tal y cual cosa. Esto ya se ha hablado de dejarlo institucionalizado con alguna recomendación a los gobiernos locales porque arreglaría una serie de problemas que, de no darse tratamiento desde el inicio, se incluirían esas variaciones en el diseño, se encontrarían temas de órdenes de cambio o modificación, y posteriormente implicaría un mayor costo y un retraso en el proyecto. Entonces, se le asegura a ese usuario la consideración de su propuesta porque se tiene la obligación de asegurar que las sugerencias están siendo consideradas o no en los proyectos que se van a ejecutar.

» Para nosotros es una bondad, y a todo el personal socioambiental del país, que nos vayamos preparando para ir haciendo esas novedosas incursiones en los proyectos que, hasta el momento, temas como los usuarios y la participación de los mismos no son tomadas en cuenta.

Consultas dirigidas al Ing. Mauricio Sojo Quesada

1) ¿Cuál es la forma correcta para aplicar un perfilado en un camino de lastre?

» **R.** El CONAVI y el MOPT llevan poco tiempo en la colocación de este tipo material y, aunque se han experimentado varias técnicas que incluyen emulsiones asfálticas, son experiencias nuevas que actualmente se les brinda seguimiento para observar el desempeño de estos materiales, por lo que no se puede decir, por el momento, la mejor manera de cómo colocarlos. Eso sí, durante el simposio se compartieron herramientas o información de mucho valor para los ingenieros que se puede empezar a aplicar como, por ejemplo, realizar una correcta caracterización de los materiales, tener los equipos adecuados para colocarlos; en caso de tener, utilizar un distribuidor de asfalto de bajo peso que no vaya a dañar el camino o superficie granular que se está tratando de impermeabilizar.

- 2) ¿Cada cuánto se hacen las intervenciones en vías de lastre y cada cuánto se hacen estas intervenciones cuando se ha realizado una de las mencionadas (capas de protección superficial), hay un estimado de cuánto se podría ahorrar con estas intervenciones con respecto al lastre convencional?
- » **R.** Las intervenciones son grandes retos que se tiene como Administración y como bien se sabe, CONAVI no posee maquinaria propia ni la forma de darle mantenimiento con recursos propios, por lo que todo lo que se hace es contratado, obligando a que las intervenciones tengan que pasar por este proceso de contratación. Actualmente, estas intervenciones se hacen una vez al año en dependencia del tipo de intervención que se hizo, por lo que la siguiente podrá ser de menor o igual cuantía. Se está trabajando en crear un plan estratégico para que estas intervenciones tengan una frecuencia determinada y que los ingenieros puedan realmente planificar.
- 3) ¿Cuál es el enfoque a nivel de movilidad segura para la gestión de las rutas de lastre?
- » **R.** Las rutas de lastre presentan muchos problemas como la invasión del derecho de vía que limita al tipo de intervenciones que se puede hacer, por lo que se debería primeramente empezar por recuperar el derecho de vía y posteriormente pensar en una movilidad segura que, sin duda alguna, es sumamente necesaria.
- » Actualmente, se trabaja en un plan de enfoque primeramente de transitabilidad y movilidad, intervenciones técnicas nuevas. Luego, de manera progresiva, se tomará un enfoque de movilidad segura, donde en muchas rutas se podrá hacer mientras que en otras significarán un gran reto.
- 4) ¿El CONAVI considera la posibilidad de aplicar el mantenimiento vial por estándares similar al modelo que impulsa el programa de la red vial cantonal MOPT-BID?
- » **R.** Sí, el CONAVI considera la posibilidad. Ya se está trabajando en la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes en conjunto con la Gerencia de Contrataciones de Vías y Puentes en un primer cartel para estándares por niveles de servicios en una red de lastre mixta con una red de asfalto. De esta manera, como primer ejercicio, se podría analizar la experiencia que se tendrá con este primer cartel.
- 5) ¿Hay alguna integración de las consultas significativas para la red vial cantonal y está siendo apoyado por la Gerencia o el Consejo de Administración del CONAVI? ¿Existe apoyo jerárquico a la iniciativa?
- » **R.** Actualmente, el Sistema de Gestión está siendo apoyado por la Dirección Ejecutiva, por el Consejo de Administración. Es un proyecto que ayudará mucho como institución a tomar mejores decisiones, a planificar de mejor manera con los ingenieros y sí existe un apoyo de la alta gerencia.
- 6) ¿Cuáles son los criterios de priorización del CONAVI que se utilizan en las intervenciones de la red vial no pavimentada? ¿Con qué frecuencia se actualiza el inventario de la condición de esos caminos intervenidos?

» **R.** Actualmente es a criterio experto. Nuestros directores regionales e ingenieros de zona son los que están en campo, viven las situaciones y hacen un inventario de necesidades. Con este inventario van creando sus carteles de licitación y las intervenciones. La idea a corto y mediano plazo es que con el sistema y junto con toda la experiencia se puedan crear indicadores que realmente permitan planificar o tener estrategias puntuales en las rutas.

Consultas dirigidas al Ing. Luis Diego Herra Gómez

1) ¿Existe alguna herramienta, a nivel nacional, para la red de lastre que adapte modelos de gestión, técnicos que evalúen su estado actual en función de la formulación de planes de mantenimiento analizando niveles de deterioros para predicción de su evolución, intervención, asignación de recursos y evaluación de beneficios?

» **R.** No existe un programa para la gestión integral de toda la red vial nacional respecto a rutas de lastre, porque tal como se ha observado en el LanammeUCR, muchas veces las ingenierías de proyecto de las diferentes zonas de conservación no se comunican entre sí, partiendo de ese punto de vista podría existir cierta gestión dentro de la zona de conservación, pero a nivel macro sería importante que se valore la gestión integral de todo el país.

2) ¿Qué piensa LanammeUCR en relación con incluir dichas rutas no pavimentadas en programas de conservación de la red vial nacional pavimentada?

» **R.** Con la limitante que, para atender las rutas, muchas veces se tiene que hacer mediante licitaciones por aparte, sería positivo que desde un cartel se pueda atender periódicamente a este tipo de rutas haciendo gestión, pero teniendo claro que la atención que se le tiene que dar a estas rutas es una atención de lastre mediante tratamientos superficiales, *fog seals*, microcapas que son tratamientos de bajo costo que permiten impermeabilizar la superficie de ruedo.

3) ¿Se considera la fauna en carretera como un tema de seguridad de la vía enfocado en el riesgo de colisiones con los animales silvestres que cruzan la ruta?

» **R.** En las auditorías que se ha realizan en el LanammeUCR no se ha visto que se considere este tipo de enfoque de movilidad segura con respecto a los pasos de fauna, pero sí se considera un tema que se debería de tratar puesto que en este tipo de rutas existe una gran circulación de fauna.

4) Originalmente, las rutas antes de las mejoras, son para peatones, para llevar el ganado, transporte, transporte a caballo, algunos ciclistas. Cuando se hacen mejoras en las rutas ¿Estos factores quedan fuera? ¿A futuro se prevén medidas para su circulación segura o que no queden excluidos?

» **R.** Los usuarios vulnerables han sido uno de los hallazgos que se han visto en términos de seguridad vial en donde al principio se tiene una ruta angosta muy básica que se amplía y muchas de estas rutas son utilizadas como vías alternas. Definitivamente es un aspecto que preocupa en términos de seguridad vial.

5) ¿Se cuenta con comparaciones de proyectos intervenidos con tratamientos superficiales versus con superficies de lastre expuesta? ¿Análisis de costo-beneficio o alguna otra comparación?

» **R.** Específicamente no hay un estudio que compare el costo-beneficio de no intervenir con un tratamiento superficial versus conformar una superficie de lastre. Sin embargo, el caso de Costa Rica es muy particular ya que, por la cantidad de lluvia, generalmente estos proyectos tienen que reconformarse todos los años o por lo menos una vez al año y, en el caso de los tratamientos superficiales, lo que se ha visto es que tienen una durabilidad, si se diseñan correctamente, entre tres y cinco años. La técnica de los tratamientos superficiales es sumamente económica y sin duda alguna, ayuda a impermeabilizar la superficie y a reducir en gran medida el impacto que tienen las lluvias sobre estos caminos de bajo volumen de tránsito. Estos caminos de bajo volumen de tránsito no se deterioran principalmente por las cargas, sino por las condiciones climáticas, de ahí la importancia de los drenajes y de impermeabilizar la superficie. Nosotros le hemos dado seguimiento a varios proyectos y lo que se ha visto es que, luego de un par de años, el desempeño de estos sigue siendo bueno en comparación con proyectos que simplemente se conforman y quedan expuesto a nivel de base granular.

6) Se observan muchos ejemplos y fotografías presentadas en los procesos constructivos. ¿Se les da seguimiento a los temas para corroborar que esas condiciones son finales o se limita a la evaluación a la fase de ejecución?

» **R.** Se realiza una auditoría y todos estos aspectos se han visto posterior a la entrega del proyecto, incluso en sus primeras etapas de abierto al tránsito. Por lo que, luego de una auditoría, en algunos casos se incluye el seguimiento al proyecto, para ver como se ha ido comportando.

6. FUENTES DE CONSULTA

- Aguayo Zamora, O. (2021). Ministerio de Obras Públicas de Chile. (MOP-Chile). Caminos Básicos - Experiencias del MOP del Chile. *Simposio virtual: "Experiencias en la gestión de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre y propuestas para su mejora"*, (pág. 80). San José, Costa Rica.
- Barquero Solano, E. (2021). Agencia de Cooperación Alemana GIZ (MOPT GIZ). *Simposio virtual: "Experiencias en la gestión de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre y propuestas para su mejora"*, (pág. 48). San José, Costa Rica.
- Gómez Herra, L. D. (2021). La perspectiva desde la fiscalización del LanammeUCR. *Simposio virtual: "Experiencias en la gestión de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre y propuestas para su mejora"*, (pág. 27). San José, Costa Rica.
- Sojo Quesada, M. (2021). Experiencia, desafíos y propuestas de mejora en Proyectos de la Red Vial Nacional en lastre. *Simposio virtual: "Experiencias en la gestión de la Red Vial Nacional y Cantonal en lastre y propuestas para su mejora"*, (pág. 17). San José, Costa Rica.



Diagramación y diseño

Katherine Zúñiga Villaplana MSc.


Control de Calidad


Óscar Rodríguez Quintana

Centro de Transferencia Tecnológica

INFORMACIÓN

 (506) 2511- 2500

 direccion.lanamme@ucr.ac.cr

 www.lanamme.ucr.ac.cr

