

Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)



Abstract

The deteriorating conditions in the cantonal road network, lack of financial resources, trained personnel, lack of awareness of communities and the mistaken policy of delaying intervention activities to improve road conditions, has led to have a inefficient management of roads. Despite this, it has tried to gradually implement an adequate road management, so it is given due importance to road maintenance, but no results have been completely satisfactory. Given this situation arises to develop a methodology for evaluating roads for road maintenance, so that may help solve this problem and thus have a tool for estimating the condition or status of the road being evaluated, so are chosen correctly the maintenance activities necessary to have roads in good condition. To accomplish this objective, it was necessary to develop a questionnaire to be applied to five municipalities, conduct a needs inventory to identify potential problems and maintenance activities to improve the condition of the roads and consult appropriate literature, so that allow to develop a simple and useful to the agencies responsible for the roads can be implemented. As a main conclusion is determined that the use of the proposed methodology allows for a portion of the current state of the road, valuable information that helps to develop a useful database and 2projections to determine the time that is necessary to implement conservation activities.

Resumen

Las condiciones de deterioro de la red vial cantonal, la falta de recursos económicos, de personal capacitado, la falta de concienciación de las comunidades y la errada política de postergar las actividades de intervención para mejorar el estado de los caminos, han conllevado a tener una administración ineficiente de los caminos vecinales. A pesar de esto, se ha tratado de implantar poco a poco una gestión vial adecuada, de tal manera que se le dé la debida importancia a la conservación vial, sin embargo no se han obtenido resultados completamente satisfactorios.

Ante esta situación se plantea desarrollar una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial, de tal manera que pueda ayudar a solventar dicha problemática y así contar con una herramienta para estimar la condición o el estado del camino que se evalúe, así se elegirán correctamente las actividades de mantenimiento necesarias para contar con caminos en óptimas condiciones.

Para llevar a cabo dicho objetivo, fue necesario elaborar un cuestionario para ser aplicado a cinco municipalidades, realizar un inventario de necesidades para identificar los problemas y las posibles actividades de mantenimiento que mejoren la condición de los caminos y consultar bibliografía adecuada, de tal manera que se desarrollase una metodología sencilla y útil para que las entidades encargadas de los caminos la puedan implantar.

Como principal conclusión se determina que el uso de la metodología propuesta permite obtener, a parte del estado actual del camino, información valiosa para desarrollar una base de datos útil y proyecciones para determinar el momento en el que es necesario aplicar las actividades de conservación.

Palabras clave: caminos vecinales, mantenimiento rutinario y periódico, metodología, conservación vial.

Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)

MARCELA WATSON LÓPEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2009

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1	Mantenimiento rutinario.....	14
Resumen ejecutivo	2	Mantenimiento periódico.....	14
Introducción	4	Rehabilitación vial.....	14
Marco teórico	6	Reconstrucción.....	14
Elementos básicos que componen un camino.....	6	Tratamiento de la superficie.....	15
Derecho de vía.....	6	El ciclo de vida normal de los caminos.....	15
Cuneta.....	7	Etapas del ciclo.....	16
Contracuneta.....	7	Fase A: La construcción.....	16
Alcantarilla.....	7	Fase B: El desgaste lento y poco visible.....	16
Cabezales.....	7	Fase C: Deterioro acelerado y quiebre.....	16
Canales de salida.....	7	Fase D: Descomposición total.....	17
Canales transversales.....	7	La gestión de la infraestructura vial.....	18
Filtros.....	7	Generalidades.....	18
Disipadores de energía.....	8	Concepto de gestión de pavimentos.....	18
Tipos de caminos y superficies de rodamiento.....	8	La conservación de los pavimentos y la gestión.....	18
Superficie de rodamiento.....	8	Conceptos básicos relacionados con la gestión de pavimentos.....	18
Caminos de tierra.....	9	Infraestructura.....	18
Caminos en lastre.....	9	Gestión de infraestructura.....	19
Caminos revestidos con material de base.....	10	Rasgos esenciales para una buena gestión vial.....	20
Vías con tratamientos asfálticos.....	10	Sistemas y la gestión vial.....	20
Vías con pavimentos asfálticos.....	11	Concepto de sistema.....	20
Vías a base de concreto hidráulico.....	11	El concepto de sistema aplicado a la gestión de infraestructura vial.....	21
Elementos que componen un pavimento... ..	12	Gestión a nivel de red.....	21
Subrasante.....	12	Gestión a nivel de proyecto.....	22
Subbase.....	12	Metodología	23
Base.....	12	Estado y mantenimiento de los caminos brindado por las municipalidades.....	23
Superficie de rodadura.....	13	Análisis del tránsito.....	23
La conservación vial en los caminos.....	14	Mantenimiento.....	23
Definiciones importantes.....	14	Materiales.....	23
Conservación vial.....	14		

Administración municipal	24	Proyecciones del crecimiento vehicular y curvas de deterioro	91
Inventario de necesidades de los caminos	24	Opinión de ingenieros acerca de la metodología propuesta	92
Metodología de evaluación de caminos vecinales	27	Conclusiones y recomendaciones	94
Parámetros de evaluación	27	Referencias	96
Descripción general de la metodología de evaluación de caminos vecinales ..	29	Apéndice	97
Aplicación y criterios escogidos para los parámetros que componen la metodología de evaluación	30	Anexos	98
Aplicación de la metodología propuesta.	38		
Curvas de deterioro generadas a partir de la metodología propuesta	39		
Proyección del volumen del tránsito ...	39		
Proyección del deterioro de los caminos	40		
Opinión de ingenieros acerca de la metodología propuesta	41		
Resultados	42		
Información obtenida por medio del cuestionario aplicado a las Municipalidades	42		
Información obtenida por medio del inventario de necesidades aplicado a los tres caminos del cantón de La Unión.....	51		
Datos obtenidos a partir de la aplicación de la metodología de evaluación propuesta ...	56		
Crecimiento vehicular y curvas de deterioro a partir de la metodología de evaluación propuesta	59		
Análisis de resultados	80		
Estado y mantenimiento de los caminos brindado por las Municipalidades	80		
Análisis del tránsito	80		
Mantenimiento.....	81		
Materiales.....	82		
Administración.....	82		
Inventario de necesidades de los caminos del cantón de La Unión.....	85		
La realidad que vive Costa Rica	86		
Método propuesto para evaluar caminos vecinales	90		

Prefacio

En Costa Rica, la mayor parte de los caminos que conforman la red vial cantonal se encuentran en un estado regular o malo, lo cual es de gran preocupación, pues los gobiernos locales de cada cantón carecen de una cultura de conservación vial, dado que la solución en Costa Rica para reparar los caminos vecinales es reemplazar lo viejo por algo nuevo, esto significa que la vida de los caminos es estar sometida a un ciclo de construcción, una conservación insuficiente, degradación, destrucción, reconstrucción y así sucesivamente.

Se ha olvidado la importancia de los caminos vecinales para el país, pues a pesar de ser caminos de bajo volumen de tránsito, en su gran mayoría son los que se encargan de enlazar a las comunidades, sirven de acceso para el agricultor al mercado y a empresas que se han ubicado lejos del centro de las ciudades, esto lo hace un elemento necesario de cualquier sistema de transportación que le brinde servicio al público en zonas rurales, mejorando el flujo de bienes y servicios y ayudando a promover el desarrollo social y económico del cantón.

Sin embargo, la falta de organización de las municipalidades, la mala gestión de los caminos, la falta de interés en la conservación vial, el poco control del deterioro de los caminos, la falta de una base de datos confiable, entre otros, han generado un descuido increíblemente grande en lo que respecta a los caminos vecinales, por tales motivos, hoy los caminos se encuentran en condiciones bastante malas e intransitables para los conductores.

Para solventar un poco toda esta gran problemática de nunca acabar, se pretende desarrollar una metodología para evaluar el estado de los caminos vecinales para la programación de la conservación vial, de tal manera que haya información adecuada para la planificación, la cual involucra la identificación y programación de las labores de mantenimiento necesarias para tener caminos en óptimas

condiciones, además evaluar permanentemente los resultados de metodología de evaluación con el fin de encaminar a las municipalidades poco a poco a una gestión, cuyo objetivo sea adaptar nuevos métodos y técnicas que permitan aprender de los errores de una mala administración vial.

Se le agradece la ayuda brindada a la Municipalidad de La Unión, LanammeUCR, Departamento de Programación y Evaluación del MOPT y al Departamento de Planificación Sectorial del MOPT.

También a Pablo Navarro, Marlon Pereira y Mario Portuguez personeros a la Municipalidad de La Unión; a Francisco Escobedo del Departamento de Programación y Evaluación del MOPT, a Carlos Umaña del Departamento de Planificación Sectorial del MOPT; a Melissa Rojas y Jaime Monge del LanammeUCR; y un especial agradecimiento a Roberto Wattson Rivera.

Quisiera agradecer al profesor guía Eduardo Barquero Solano, sin cuyas directrices y ayuda brindada no hubiera sido posible realizar este proyecto.

Por último, quiero agradecer a Dios y a la Virgen de Los Ángeles por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida.

Este proyecto está dedicado especialmete a mis padres: Roberto Wattson y Gabriela López; a mis hermanas: Gaby, Sonia y Erika; a mi novio: Eduardo Quirós y a mis demás familiares y amigos.

Resumen ejecutivo

La gran mayoría de los caminos vecinales en Costa Rica se encuentra en condiciones bastante desfavorables, debido a una gran falta de educación en cuanto a gestión vial se refiere, lo cual se manifiesta en la manera como las municipalidades administran los caminos, las cuales no se consideran aspectos como: visión a largo plazo para las labores de mantenimiento de tal manera que se pueda garantizar la durabilidad de éstos y controlar el avance del deterioro, la planificación adecuada para las actividades que mejoran la calidad del camino, bases de datos confiables que respalden las decisiones en cuanto a conservación vial, entre otros.

Todas estas situaciones impiden que las comunidades se beneficien de los caminos vecinales y cuenten con vías que tengan características adecuadas, en buen estado, sean seguras y estables para los usuarios (ver figura 1a).

Es decir, se vive la pérdida del patrimonio nacional, el cual consiste en el conjunto de todas las infraestructuras que se pueden utilizar de manera directa o indirectamente para satisfacer las necesidades de la población. Todos estos elementos se han ido incorporando en ciertos períodos de la historia, al patrimonio nacional y constituyen una gigantesca inversión, ello implica que su valor se deba preservar mediante políticas de conservación vial.

Hoy, Costa Rica se excede con las obras de rehabilitación y reconstrucción de los caminos, en las cuales no existe una debida planificación, esto hace que sea importante desarrollar metodologías para evaluar caminos vecinales para la conservación vial a largo plazo, donde se puedan definir los umbrales de intervención necesarios y el momento justo cuando se deben aplicar las actividades de mantenimiento.

El hecho de desarrollar una metodología para evaluar el estado de los caminos vecinales

es importante, pues la mayoría de los gobiernos locales carecen de modelos de deterioro que permitan anticipar el futuro desgaste que pueden sufrir los caminos que se encuentran en su jurisdicción, dada planificación. Esta metodología sirve principalmente como una herramienta de transición para encaminar a las distintas entidades hacia una gestión vial adecuada, donde haya una información inicial, planificación, diseño de mantención, rehabilitación, nueva construcción, diseño de detalle de proyectos individuales y de seguimiento periódico de caminos existentes.



(a)

(b)

Figura 1. Caminos en distintas condiciones de tránsito: (a) Camino en buen estado; (b) Camino en pésimo estado. (Fuentes: (a) Ingeniería de caminos rurales; (b) La autora).

Para poder desarrollar la metodología de evaluación con la cual se puede solventar la problemática de las municipalidades, a continuación se presenta una serie de pasos que resumen las actividades realizadas para llegar alcanzar dicho objetivo:

1. Se elaboró un cuestionario para aplicar a cinco municipalidades, el cual involucraba aspectos relacionados con el análisis del tránsito, mantenimiento, materiales y administración de los caminos. El cuestionario se aplicó a las municipalidades de Cartago, Paraíso, Oreamuno, La Unión y El Guarco.
2. Para poder llevar a cabo el inventario de necesidades, se escogieron tres caminos del Cantón de La Unión, y antes de aplicarlo fue necesario conocer la manera como se realiza un inventario de este tipo.
3. Para elaborar la metodología de evaluación, se analizaron los resultados obtenidos por medio del cuestionario y la aplicación del inventario de necesidades, y así definir los parámetros necesarios para que la metodología sea fácil de aplicar.
4. Se procedió a emplear la metodología en los mismos caminos analizados con el inventario de necesidades, y así demostrar que si se hace adecuadamente, se pueden obtener los resultados esperados.
5. Con la información recabada de la metodología, se desarrollaron proyecciones del crecimiento vehicular y deterioro de los caminos, así se conoció el comportamiento de los caminos en un futuro, de tal manera que se pueda intervenir antes que el estado de las vías se deteriore cada vez más.
6. Se explicó la metodología a dos ingenieros de la Unidad Técnica Vial de la Municipalidad de la Unión, para que hicieran críticas constructivas y de qué manera mejorar el método propuesto para evaluar caminos vecinales, para la conservación vial.

Introducción

Hoy, los caminos vecinales poco a poco se han ido integrando a lo que es la infraestructura vial, pues cada vez han adquirido más importancia, dado que son esenciales para el desarrollo social y económico de ciertas comunidades poco numerosas, ubicadas en regiones distantes con respecto del sector metropolitano o de las vías primarias que conforman la red vial de Costa Rica.

Sin embargo, con el transcurrir de los años, estos caminos han empezado a mostrar signos de descuido y abuso por parte de las personas que transitan en ellos, y de continuar dicha situación se puede llegar a un punto, donde se encontrarán caminos en estado completamente deplorable debido a la falta de conservación, lo cual generaría una gran inversión económica para volver a reconstruir y habilitar los caminos vecinales defectuosos.

En Costa Rica, la conservación de caminos vecinales no se realiza en forma efectiva y oportuna, lo cual se debe a la administración tan mediocre de las rutas, donde no se implanta el concepto de gestión vial. El estado de la mayoría de los caminos es regular o malo, sólo una pequeña parte de las vías se encuentran en buen estado, pero no se puede asegurar que permanezcan en esa condición por mucho tiempo, esto hace que las comunidades que necesitan de dichos caminos y se benefician de ellos para poder desplazarse de un lugar a otro, se sientan insatisfechas y disconformes con la infraestructura vial del país. Además, cuando se realizan los trabajos de mantenimiento en su mayoría, éstos no se ajustan a los parámetros de calidad establecidos, pues muchos de esos caminos están en manos de las municipalidades, las cuales carecen de organización para ejecutar dichas labores de la manera adecuada, esto provoca que las personas que utilizan las vías sean afectadas.

Es importante recalcar que los pobladores que obtienen dichos beneficios, también deben colaborar con el mantenimiento de los caminos

vecinales, pues la responsabilidad no es sólo de las instituciones encargadas, sino es una labor que deben practicar conjuntamente los vecinos de la comunidad y las municipalidades.

Debido a toda la problemática expuesta, el principal objetivo de este proyecto es desarrollar una metodología para evaluar caminos vecinales, así valorar el estado de los caminos vecinales para la programación de la conservación vial. Para llevar a cabo dicha tarea se deben seguir ciertos aspectos importantes, los cuales están representados en los objetivos específicos planteados:

- Investigar y analizar metodologías y documentación existentes referentes a los caminos vecinales.
- Realizar un análisis de la situación actual de los caminos vecinales.
- Realizar un levantamiento del estado de los caminos aplicando la metodología del “inventario de necesidades”, para evaluar su estado y necesidades de conservación y cotejarlas con las normas de conservación vigentes y el criterio del autor, a fin de establecer las normas de intervención y criterios que deben aplicarse para mejorar la situación, conforme los recursos disponibles a bueno, regular o malo.
- Desarrollar un enfoque práctico para el MOPT y municipalidades de cómo y cuándo realizar las evaluaciones de los caminos vecinales.

Al plantearse dicho tema para desarrollar, es necesario junto con las recomendaciones del profesor guía, generar un cuestionario que abarque temas relacionados con el análisis del tránsito, mantenimiento, materiales y administración, de tal manera que se pudiera aplicar a cinco municipalidades y conocer la manera como éstas actúan ante la conservación de los caminos vecinales.

Para el análisis de la situación actual, fue necesario investigar, consultar bibliografía importante y recopilar información de periódicos y de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT para tener una idea de que se está haciendo y cómo es que en realidad debe trabajar una entidad aplicando el concepto de gestión vial.

Fue necesario hacer un levantamiento del estado de los caminos aplicando el inventario de necesidades que brinda el MOPT, el cual es aplicado por las municipalidades para identificar los problemas y las necesidades físicas del camino.

A partir de todo lo estudiado y expuesto anteriormente se planteó la metodología de evaluación para caminos vecinales, de acuerdo con aspectos que las municipalidades, por lo general, no toman en cuenta, los cuales pueden ayudar a recolectar información valiosa para definir las principales actividades de intervención para dar el respectivo mantenimiento a los caminos vecinales.

La importancia de dicha metodología radica en que es una herramienta útil, fácil de utilizar por cualquier persona y permite conocer el estado de los caminos por medio de la evaluación de ciertos daños que se perciben constantemente en la totalidad de las vías del país. Además, con la información obtenida, se pueden generar proyecciones y curvas de deterioro capaces de indicar aproximadamente el momento justo en el que se han de realizar las intervenciones por parte de las municipalidades para mejorar el estado de los caminos vecinales.

Marco teórico

Elementos básicos que componen un camino

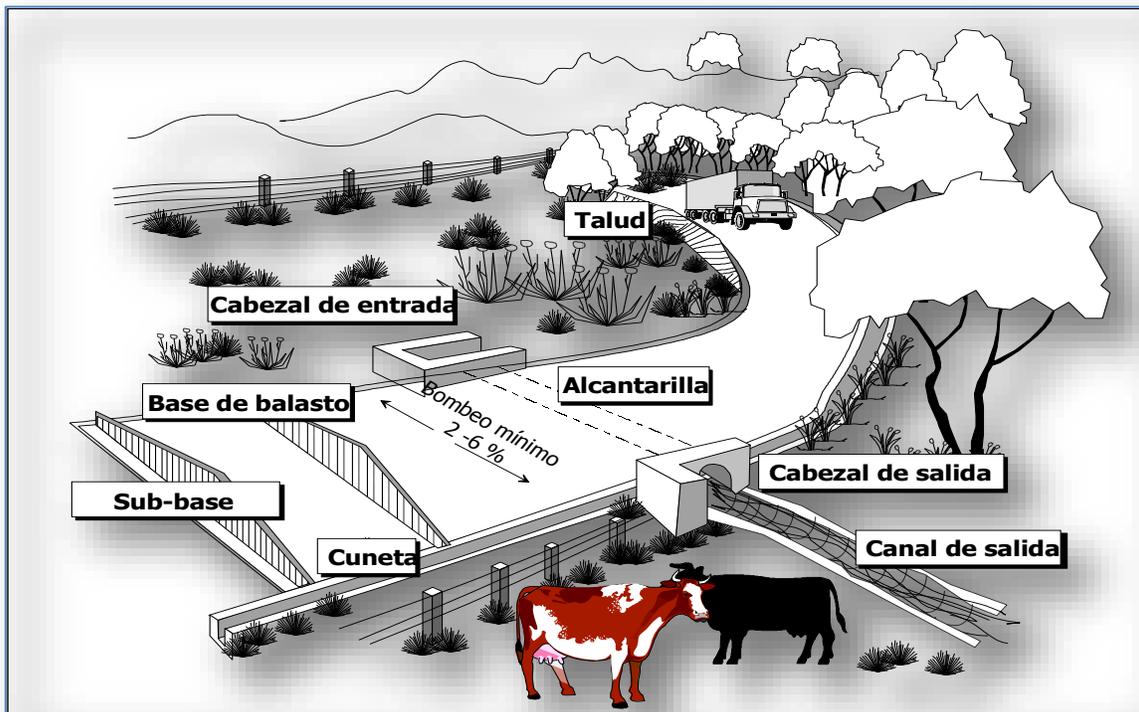


Figura 2. Elementos que conforman un camino.
Fuente: Manual técnico: mantenimiento participativo en caminos rurales.

Derecho de vía

Es una franja o área de terreno, propiedad del Estado, que sirve para construir una carretera o un camino, la cual posee zonas adyacentes utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias, delimitadas

en ambos extremos por los linderos de las propiedades colindantes correspondientes.

Cuneta

Es el canal o zanja lateral poco profunda que va paralela al eje del camino o de la carretera, la cual está ubicada entre la calzada y el pie del talud. La cuneta puede localizarse a lo largo del borde exterior o a ambos lados del camino. La principal función de las cunetas es servir como un medio que permite evacuar el agua de lluvia que escurre por la calzada del camino o de la carretera.

Contracuneta

Es una zanja lateral que por lo general va paralela al eje de la carretera o del camino, la cual se construye en la parte superior de las laderas de corte o en las laderas donde están apoyados los taludes del terraplén.

Este elemento sirve para impedir que las aguas superficiales corran por el talud de corte de tal manera que se evite la erosión y se recargue la cuneta, es decir, que exceda la capacidad para la cual fue diseñada.

Alcantarilla

La alcantarilla es una tubería de drenaje transversal, ya sea de metal, plástico o concreto, la cual permite el paso del agua de un extremo de la vía al otro. Dicha tubería se encuentra ubicada debajo de la calzada de la carretera o del camino. Las alcantarillas pueden tener diferentes formas, ya sea rectangular, trapezoidal o triangular.

Cabezales

Son muros que se ubican a la entrada y salida de las tuberías, diseñados y contruidos generalmente para dar sostén, proteger los taludes y encauzar las aguas.

Canales de salida

Son estructuras hidráulicas que transportan el agua recolectada de las cunetas, contracunetas y alcantarillas, llevándolas hacia un destino final que puede ser un río u otro cuerpo de agua. Los canales de salida pueden estar revestidos o sin revestir y por lo general es recomendable que se ajusten a la topografía del terreno.

Canales transversales

Este tipo de elemento es usado por lo general en caminos de lastre y de tierra. Su principal función es recolectar las aguas superficiales provenientes de la lluvia, las cuales fluyen por el camino en forma longitudinal, esto se debe a que la pendiente a lo largo del camino es mayor a la pendiente transversal.

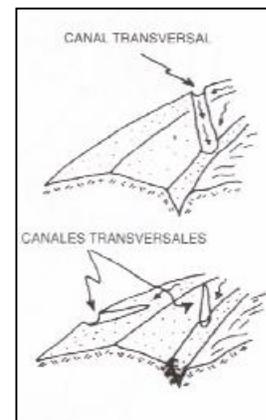


Figura 3. Canales transversales.¹

Filtros

Los filtros se utilizan para controlar el exceso de humedad que se puede presentar en la estructura del pavimento. El uso de este dispositivo permite que el agua tenga un medio de escape, y se

¹ Fuente: "Conservación de Caminos: un modelo participativo", pág 91.

reduzcan las presiones hidrostáticas y la erosión que causa el agua.

Disipadores de energía

Los disipadores de energía se utilizan cuando las pendientes longitudinales son muy empinadas, de tal forma que el agua alcance grandes velocidades y, si se generan estas velocidades, puede producir arrastres y erosión de las cunetas.

La manera más sencilla de resolver este problema es reducir el volumen del agua por medio de los disipadores de energía, los cuales ayudan a retener los sedimentos arrastrados por la corriente de agua, produciendo además una serie de tramos a baja velocidad, interrumpidos por pequeñas cataratas.

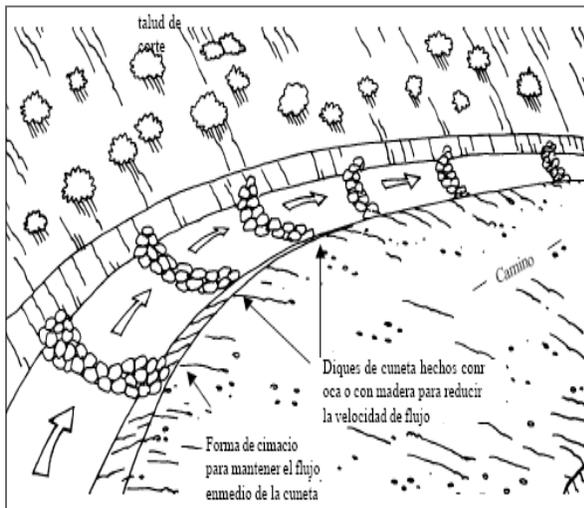


Figura 4. Disipadores de energía.²

Tipos de caminos y superficies de rodamiento

Superficie de rodamiento

Es la capa superior de la superficie del camino o carretera sobre la cual circulan o transitan los vehículos. Dicha superficie puede ser de lastre, losas de hormigón, hormigón asfáltico, entre otros. Además, también tiene una estructura formada de distintas capas que son la subrasante, subbase y base.

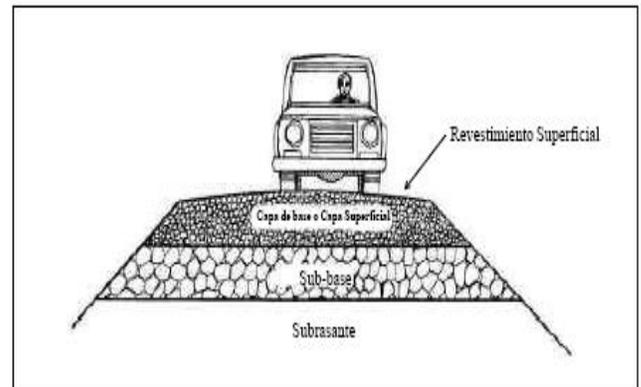


Figura 5. Superficie de rodamiento y estructura de la vía.
Fuente: Ingeniería de caminos rurales, pág xii.

² Fuente: "Ingeniería de Caminos Rurales", pág 87.

Caminos de tierra

En este tipo de camino, los automóviles transitan sobre el terreno natural, el cual se encuentra libre de materia vegetal. Puede tener revestimientos

ligeros y su sistema de evacuación de aguas es deficiente, lo que hace que en estos caminos sólo se pueda transitar durante el verano. Su principal componente es la subrasante: suelo natural, libre y compactado.

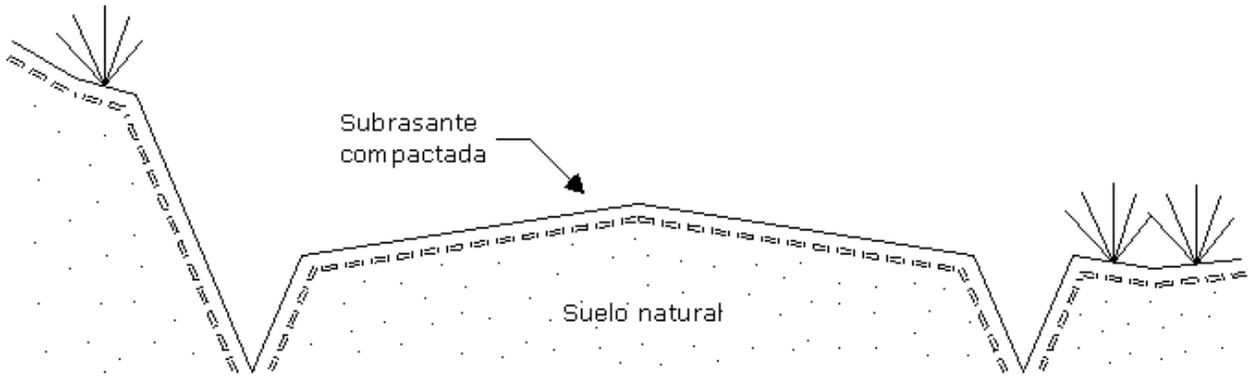


Figura 6. Corte transversal que muestra la estructura de un camino de tierra.
Fuente: Conservación de caminos: un modelo participativo.

Caminos en lastre

Estos caminos son en los que los vehículos transitan sobre una superficie de rodamiento hecha con lastre en su forma natural o con material previamente seleccionado. Los caminos de lastre poseen un mejor sistema de evacuación de aguas con respecto de los caminos

de tierra, pues la superficie tiene su respectivo bombeo y también cunetas, las cuales permiten evacuar el agua que proviene de la calzada, esto implica también la existencia de alcantarillas.

Debido a los factores mencionados anteriormente, el camino es transitable durante todo el año. Los caminos de lastre están constituidos por la subrasante y la subbase, la cual se utiliza como superficie de rodamiento.

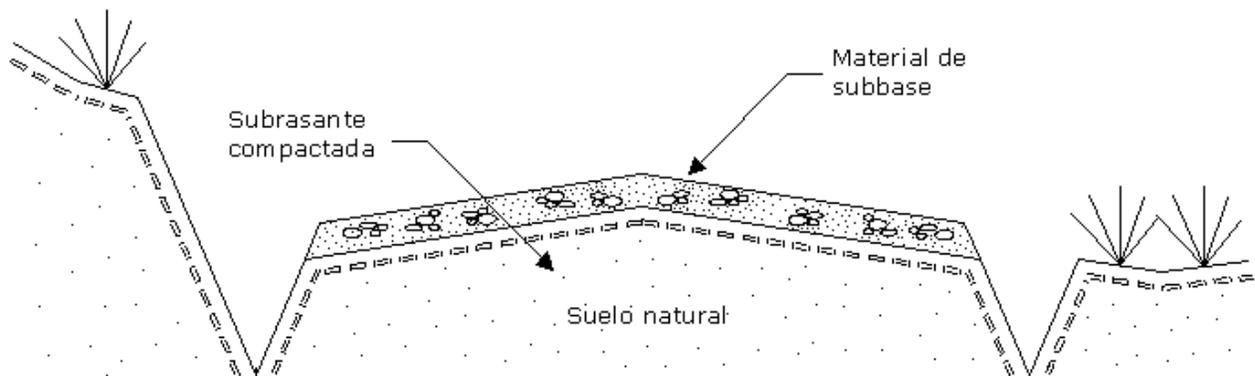


Figura 7. Corte transversal donde se aprecian las capas que conforman un camino de lastre.
Fuente: Conservación de caminos: un modelo participativo.

Caminos revestidos con material de base

Son caminos que debido al volumen de tránsito (tránsito promedio diario TPD) y la circulación de vehículos necesita de una superficie de rodamiento mejor, es decir, que de mayor

comodidad al usuario. Esto hace que el derecho de vía sea mayor y haya un sistema de drenaje más adecuado, ello permite así una buena condición estable del camino durante todo el año, pues por lo general estos caminos cuentan con una subbase fortalecida y posee una base con material triturado que sirve como superficie de ruedo.

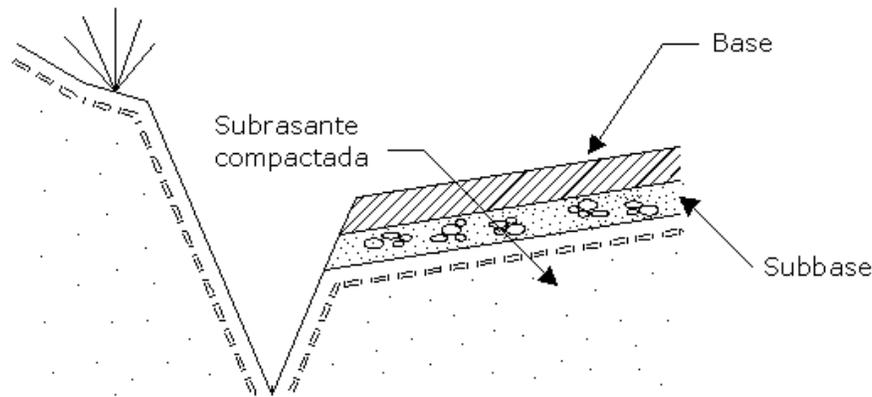


Figura 8. Corte transversal que muestra las distintas capas que conforman un camino revestido con material de base.
Fuente: Conservación de caminos: un modelo participativo.

Vías con tratamientos asfálticos

En este tipo de caminos o carreteras la superficie de rodamiento debe estar hecha a base de algún tipo de tratamiento asfáltico, aunque no posee

ninguna función estructural, simplemente se busca impermeabilizar la calzada y reducir los efectos abrasivos producidos por el tránsito. También se utiliza cuando se desea una superficie económica, que facilite dar mayor duración al camino, para lograr esto se requiere que la base granular sea la adecuada y el volumen de tránsito ligero o moderado.

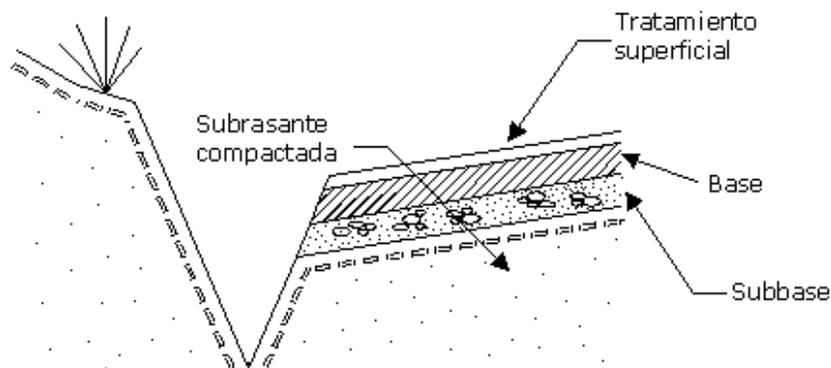


Figura 9. Corte transversal donde se aprecian los componentes de una vía con tratamiento asfáltico.
Fuente: Conservación de caminos: un modelo participativo.

Vías con pavimentos asfálticos

Para este tipo de vías hay un alto volumen de tránsito de vehículos, lo que hace que la superficie de rodamiento sea estable, segura y que esté en buenas condiciones durante todo el año. Además requiere que tenga un excelente

sistema de drenaje para evitar daños en la vía y riesgos de deslizamiento de los vehículos. También necesita que ciertos elementos básicos que componen el camino tengan un buen criterio de diseño, como lo es el alineamiento horizontal y vertical, el derecho de vía y las obras de arte. Estas vías poseen dentro de sus componentes una sub-rasante compactada, una sub-base, una base permeable y una carpeta asfáltica.

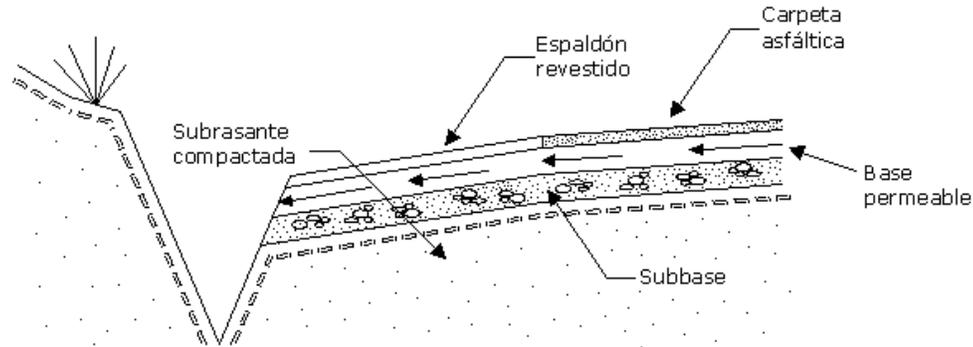


Figura 10. Corte transversal donde se muestran los componentes de una vía con pavimento asfáltico.
Fuente: Conservación de caminos: un modelo participativo.

Vías a base de concreto hidráulico

Este tipo de vía también posee un alto volumen de tránsito de vehículos, al igual que las de pavimento asfáltico, esto hace que se requiera una superficie de rodamiento estable, segura y buenas condiciones durante todo el año. Las vías a base de concreto hidráulico necesitan de un

adecuado sistema de evacuación de aguas, de tal manera que permita evitar daños a la vía y posibles riesgos de deslizamiento de los vehículos, además requiere que el alineamiento horizontal y vertical, derecho de vía y obras de arte posean un adecuado diseño para que satisfagan las necesidades de la vía. Dentro de los componentes que conforman la vía están: una sub-rasante compactada, una subbase, una base permeable y una losa de concreto.

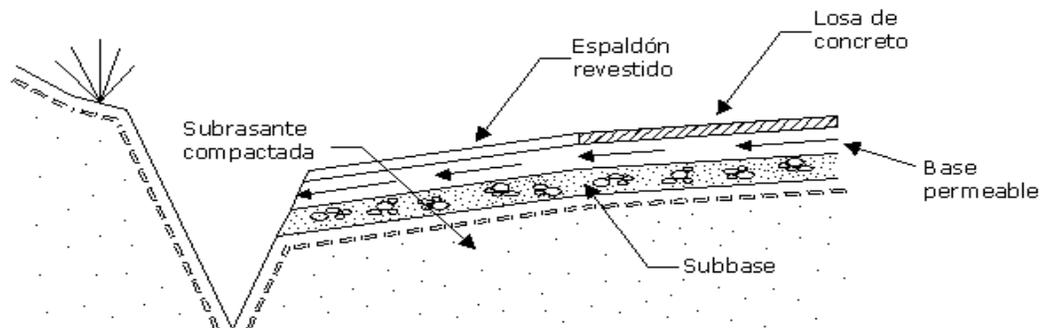


Figura 11. Corte transversal que muestra las distintas capas que conforman una vía a base de concreto hidráulico.
Fuente: Conservación de caminos: un modelo participativo.

Elementos que componen un pavimento

La estructura de un pavimento puede estar constituida por diferentes capas, como lo son la subrasante, la subbase y la base. Dichos elementos deben cumplir con ciertas especificaciones, normas y criterios de diseño, de tal manera que puedan ofrecer un buen desempeño durante su vida útil.

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de las capas que pueden conformar una estructura de pavimentos.

Subrasante

Es la superficie de la capa de terreno de un camino o carretera, en la cual se asienta y se encuentra soportada la estructura de pavimento (subbase, base y carpeta o superficie de rodamiento). Dicha capa se extiende hasta llegar a una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto (Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002).

El espesor que vaya a tener la subrasante, va a depender principalmente de la calidad del material que conforma dicha capa.

La subrasante debe estar libre de vegetación, de materia orgánica y de otras impurezas que puedan perjudicar su estabilidad y capacidad de carga. Si por algún motivo no se logra lo mencionado anteriormente, el material deberá reemplazarse por uno que sea adecuado o darle algún tipo de tratamiento. Por lo general, para una subrasante adecuada, capaz de soportar la estructura de pavimento, es necesario dar una conformación que permita cumplir con las especificaciones que requiere el diseño de la estructura. Para dicha actividad, se puede tener de referencia el CR-2002, sección 206, en la cual se habla sobre la conformación de la subrasante y los requisitos de construcción. En el caso de que haya que sustituir el material o dar algún tipo de tratamiento, también se puede consultar el CR-2002, sección 209, el cual habla sobre los

tipos de mejoramiento que se pueden aplicar a la subrasante.

Subbase

Es la capa secundaria de distribución de la carga, la cual subyace a la capa de base, es decir, se encuentra colocada sobre una subrasante que haya sido previamente preparada y tratada. Dentro de las principales funciones que tiene dicha capa, se pueden mencionar las siguientes:

- Debe transmitir y distribuir las cargas que provienen de la base.
- Es una capa que sirve de transición entre la subrasante y la base, es decir, sirve como un aislante, pues evita la contaminación de la base debido al material plástico que pueda contener la subrasante.
- La subbase debe ser capaz de drenar el agua que proviene de la base, de tal manera que pueda ser llevada hacia las cunetas.
- Debe tener mayor capacidad de soporte que el material que conforma la subrasante.

El material de la subbase debe ser seleccionado previamente, por lo general se utiliza un material granular, ya sean gravas, tobas o lastres, tamizados o triturados para obtener el tamaño y la graduación según se requiera, además ser de fácil compactación. Los requisitos de construcción, graduaciones, compactación y tipo de material recomendado para la subbase, se pueden consultar en el CR-2002, sección 301.

Base

La base es la principal capa de transmisión de cargas ocasionadas por el tránsito, esta capa debe llevar las cargas a la subbase y a través de ésta a la subrasante. Además, la base es la capa sobre la cual se coloca la superficie de rodamiento.

Las principales funciones de la base son:

- Transmitir y distribuir las cargas ocasionadas por el tránsito.
- Servir como material de transición entre la subbase y la superficie de rodamiento.
- Ha de drenar el agua proveniente de la superficie de rodamiento y espaldones hacia las cunetas.
- Debe tener mayor capacidad de soporte que la subbase.

El material de la base puede ser granular o granular con algún agente estabilizador como la cal, el cemento portland, materiales bituminosos y otros productos estabilizadores (estabilizadores químicos y orgánicos basados en resinas sintéticas, solos o en combinación con cal, cemento o material bituminoso). Los requisitos de construcción, graduación del material, compactación y características del material a utilizar para la base, así como las especificaciones para bases estabilizadas se pueden consultar en el CR-2002, secciones 302, 303, 304, 305 y 306.

Superficie de rodadura

Esta parte fundamental de la estructura de un pavimento ya ha sido mencionada anteriormente, sin embargo, es necesario recalcar que la principal función de dicha capa es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, de tal manera que se evite la filtración de agua hacia las demás capas adyacentes.

La conservación vial en los caminos

Definiciones importantes

Para tener un mejor entendimiento de los términos empleados en este documento, se presenta a continuación una serie de definiciones con el objetivo de brindar al lector una herramienta para una mejor comprensión y evitar interpretaciones diferentes.

Conservación vial

La conservación vial es el conjunto de actividades destinadas a preservar de forma continua y sostenida el buen estado de las vías, de forma tal, que se garantice un óptimo servicio al usuario. La conservación comprende actividades tales como el mantenimiento (rutinario y periódico), la rehabilitación y el refuerzo de la superficie de ruedo sin alterar la estructura existente. La conservación vial no comprende la construcción de vías nuevas o partes de ellas, ni la reconstrucción, ni el mejoramiento de vías. La restauración de vías provocada por emergencias no forma parte de la conservación vial. (Proyecto MOPT/GTZ, 1998)

Mantenimiento rutinario

Es una serie de labores de limpieza que se efectúan durante todo el año para garantizar la operación de la vía. Dentro de los trabajos que se realizan se encuentran la limpieza de drenajes, control de vegetación, reparación localizada de pequeños defectos de la calzada y el pavimento, restitución de la demarcación y la nivelación de superficies sin pavimentar; estas actividades

deben cumplirse de manera continua y sostenida, así se podrá preservar la condición operativa, nivel de servicio y la seguridad en las vías.

Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico es una serie de actividades que se programan cada cierto tiempo o periodo, las cuales pretenden renovar la condición original de la superficie de rodamiento mediante la aplicación de capas de lastre, tratamientos superficiales, de tal manera que no se afecte la estructura de las capas subyacentes del pavimento.

Rehabilitación vial

Es la reparación selectiva y refuerzo del pavimento o calzada, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación es necesaria cuando el camino está en una condición muy deteriorada como para seguir soportando el incremento del tránsito que se da a través del tiempo, es decir, el objetivo primordial de la rehabilitación es devolverle al pavimento la solidez estructural y la calidad de ruedo originales, además la reconstrucción del sistema de drenajes también está incluida en la rehabilitación. La rehabilitación es necesaria cuando no se ha efectuado una conservación adecuada a las vías

Reconstrucción

Es la renovación completa de la estructura de un camino, la cual involucra una demolición parcial o completa de la estructura existente. La reconstrucción se lleva a cabo con el objetivo de

subsanan las consecuencias provocadas por la falta de conservación, consecuencia de un descuido prolongado. Esta actividad se realiza cuando la rehabilitación ya no es posible.

decir, que todavía no haya llegado a un estado regular.

Tratamiento de la superficie

Es una actividad de conservación de los caminos pavimentados, que se utiliza para restablecer algunas características del pavimento. En caminos con pavimento asfáltico, se busca mantener la durabilidad de la mezcla asfáltica y evitar que se originen fisuras y grietas.

El tratamiento se realiza cuando el pavimento aun se encuentra en buen estado, es

El ciclo de vida normal de los caminos

En teoría, los caminos tienen un ciclo normal de vida, el cual consta de cuatro etapas, las cuales se describirán a continuación y se pueden apreciar en la siguiente figura:

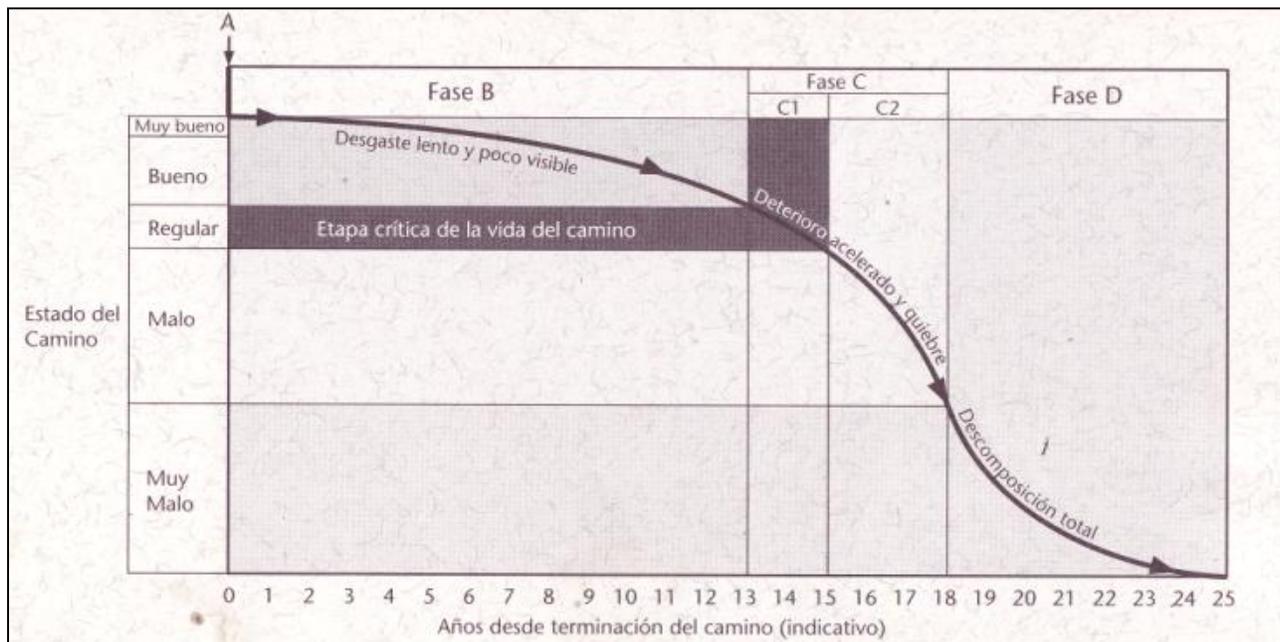


Figura 12. Deterioro de los caminos conforme el paso de los años.
Fuente: Caminos: un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales pág 30.

Para la siguiente descripción de las etapas del ciclo normal de un camino, se utiliza un ejemplo de uno con pavimento asfáltico, dado que es uno de los más utilizados, a pesar de que existe pavimento de concreto o de lastre, sin embargo, la idea del ciclo es igual independientemente del tipo de superficie de rueda que se utilice.

Etapas del ciclo

Las etapas correspondientes al ciclo normal de un camino, son las siguientes:

Fase A: La construcción

Un camino puede tener una construcción sólida, o algunos defectos, o puede contar con un diseño o una construcción deficientes. Sin embargo, un camino donde ya se han concluido las labores de construcción, inmediatamente entra en servicio.

El día que se entrega y se pone al servicio de los usuarios, el camino suele encontrarse en excelentes condiciones y se puede decir que satisface las necesidades del usuario en un 100%. Esto se aprecia en el punto A de la figura 12.

Fase B: El desgaste lento y poco visible

Cuando ha transcurrido un cierto número de años, el camino va sufriendo un desgaste y un debilitamiento un poco lento, principalmente en lo que es la superficie de rodamiento, en tanto la estructura del pavimento lo sufre en un grado mucho menor. Este desgaste se debe principalmente al incremento de los vehículos tanto livianos y pesados que circulan por la vía, pero también influyen otros factores como lo son el clima, el agua de lluvia, los cambios de temperatura, entre otros factores.

Es importante mencionar que la velocidad de desgaste también tiene que ver con la calidad de la construcción del camino. Para evitarlo y detenerlo un poco es necesario realizar frecuentemente labores de mantenimiento que ayuden a la conservación del camino, como puede ser mantenimiento rutinario y periódico. En

lo que respecta a la fase B de la figura 12, el camino aparentemente se encuentra en buen estado y el usuario no percibe todavía el desgaste de la superficie de rodamiento.

Fase C: Deterioro acelerado y quiebre

Después que han pasado mucho más años de uso del camino, el pavimento y otros elementos, están cada vez más desgastados, lo que origina que el camino entre en un deterioro acelerado y con una resistencia mucho menor al tránsito que circula por él, esto se aprecia en la figura 12.

Cuando esta fase comienza, la estructura del camino aun continúa intacta y las fallas superficiales son leves, los conductores sienten que el camino aún se encuentra en un estado bastante bueno. Sin embargo, la realidad es otra, esto se logra apreciar en la sección C1 de la figura 12.

Conforme se avanza en la fase C, los daños del pavimento son cada vez más visibles en la superficie de rodamiento, y en la estructura básica a pesar de que no se ven, se incrementa el deterioro internamente. Esto indica que el camino está tan mal, que presenta graves fallas que se detectan a simple vista, ello hace que se pueda asegurar con certeza que la estructura del pavimento también está gravemente dañada.

Los daños en esta fase inicialmente son puntuales, pero luego se extienden hasta que finalmente afectan a gran parte del camino; como se aprecia en la sección C2, el camino se encuentra en un deterioro tal que es completamente malo e intransitable.

En un esquema sano, en donde haya conservación, la superficie del camino se debe reforzar cuando inicia la fase C, sección C1, de tal manera que se pueda detener el deterioro acelerado del camino, conservar la estructura básica existente y asegurar la capacidad del camino de modo que pueda ser apto para el tránsito durante otro período prolongado (CEPAL, 1992).

Si no se interviene a tiempo durante la fase C, el camino llega a un punto de quiebre, es decir, se produce una falla tanto del pavimento como de la estructura de éste.

Fase D: Descomposición total

Esta fase constituye la última etapa de existencia del camino y puede durar una cierta cantidad de años; durante este período lo que se observa es la pérdida del pavimento.

Cuando pasa un vehículo se desprenden pequeños o grandes trozos del pavimento asfáltico, de tal manera que conforme se da esta situación va a llegar un punto donde el camino va a terminar siendo de grava y a la larga de tierra.

La situación mencionada anteriormente produce que a los vehículos se les dificulte el paso por el camino, la velocidad promedio de circulación disminuye notoriamente, la capacidad del camino se reduce quedando solamente una pequeña parte del camino original y, por último, los vehículos empiezan a tener daños en los ejes, amortiguadores, neumáticos, entre otros.

En esta fase del ciclo del camino, llega un punto en el cual los automóviles normales ya no pueden transitar por él, solamente algunos camiones y jeeps. Esto se puede apreciar en la fase D de la figura 12, donde el camino está en un estado de gran descomposición y lo único que cabe hacer es reconstruir completamente el camino.

La gestión de la infraestructura vial

Generalidades

Concepto de gestión de pavimentos

Un sistema de gestión de pavimentos es el conjunto de operaciones que tiene como objetivo conservar por un período de tiempo las condiciones de seguridad, comodidad y capacidad estructural adecuadas para la circulación, soportando las condiciones climáticas y de entorno de la zona donde se ubica la vía en cuestión. Todo lo anterior minimizando los costos monetarios, social y ecológico. (Solminihaç, 1998)

La conservación de los pavimentos y la gestión

El principal objetivo de los pavimentos es servir al tránsito de una manera segura, cómoda y eficiente, debido a esto, cada vez se considera más importante realizar las labores necesarias para poder dar una conservación adecuada al pavimento y así prolongar a largo plazo la vida útil de éste.

Como bien se sabe, los caminos son vitales para las comunidades y si se encuentran en mal estado pueden afectar el bienestar económico y el desarrollo de éstas, por tal motivo los entes encargados de los caminos tienen la gran responsabilidad de dar al público una infraestructura de calidad que permita la buena circulación de vehículos.

En la actualidad la situación debe cambiar, pues los recursos mencionados antes presentan una serie de características que indiscutiblemente se han de tomar en cuenta a la hora de diseñar las estructuras de los pavimentos. La primera característica es que la infraestructura constituye un bien que integra fundamentalmente el patrimonio estatal, la segunda que las municipalidades deben generar un flujo de fondos que sea suficiente, de tal manera que pueda cubrir los gastos que genera el proceso de gestión. Por último, la tercera característica implica que la gestión de los recursos municipales debe contar con un respaldo técnico en lo que respecta al diseño, construcción y explotación del patrimonio municipal. Debido a todo lo anterior, las decisiones que se tomen en relación con el manejo de los recursos han de contar con planificación, realimentación y priorización de actividades. Esto se debe a que las obras de infraestructura se diseñan con el fin de que tenga una duración determinada e implica que la no realización de un mantenimiento adecuado significará que la obra tiene un servicio menor al esperado, en un período más corto.

Conceptos básicos relacionados con la gestión de pavimentos

A continuación se presentan ciertos conceptos que se consideran importantes para el buen entendimiento de la temática relacionada con la gestión de pavimentos.

Infraestructura

Es aquella necesaria para brindar acceso a ciertos servicios como electricidad, agua potable, otros; además permite el funcionamiento interno

de los asentamientos humanos dando una conectividad adecuada con diferentes elementos como los son las vías, el transporte público, telecomunicaciones, entre otros. El objetivo primordial de la infraestructura es facilitar y brindar una calidad de vida a los ciudadanos por medio de distintas instalaciones que permitan la recreación y bienestar de todos.

Gestión de infraestructura

El principal objetivo es utilizar información segura y consistente que permita desarrollar criterios para tomar las decisiones más acertadas, otorgar opciones realistas y contribuir a la eficiencia de las decisiones tomadas, de tal manera que se pueda crear un programa de acción que sea económicamente óptimo y en el cual haya una realimentación relacionada con las decisiones tomadas, la cual a la vez, sirva como medio para asegurar la efectividad.

Una buena planificación de la gestión de la infraestructura vial otorga beneficios como:

- Recopilación de información que pueda ser compartida tanto dentro como fuera de la institución, es decir, que cualquier persona pueda tener acceso a dicha información.
- Lograr los beneficios únicamente con el dinero disponible.
- Se puede llegar a conocer las consecuencias de las medidas de conservación con base en experiencias similares.

La gestión de infraestructura es un proceso global, que incluye actividades como: adquisición de información inicial, planificación y programación de mantenimiento, rehabilitación y construcción nueva, diseño de detalles de proyectos individuales y de seguimiento periódico en caminos y carreteras ya existentes. En la siguiente figura, se muestran las actividades principales que conforman un sistema de gestión de infraestructura.

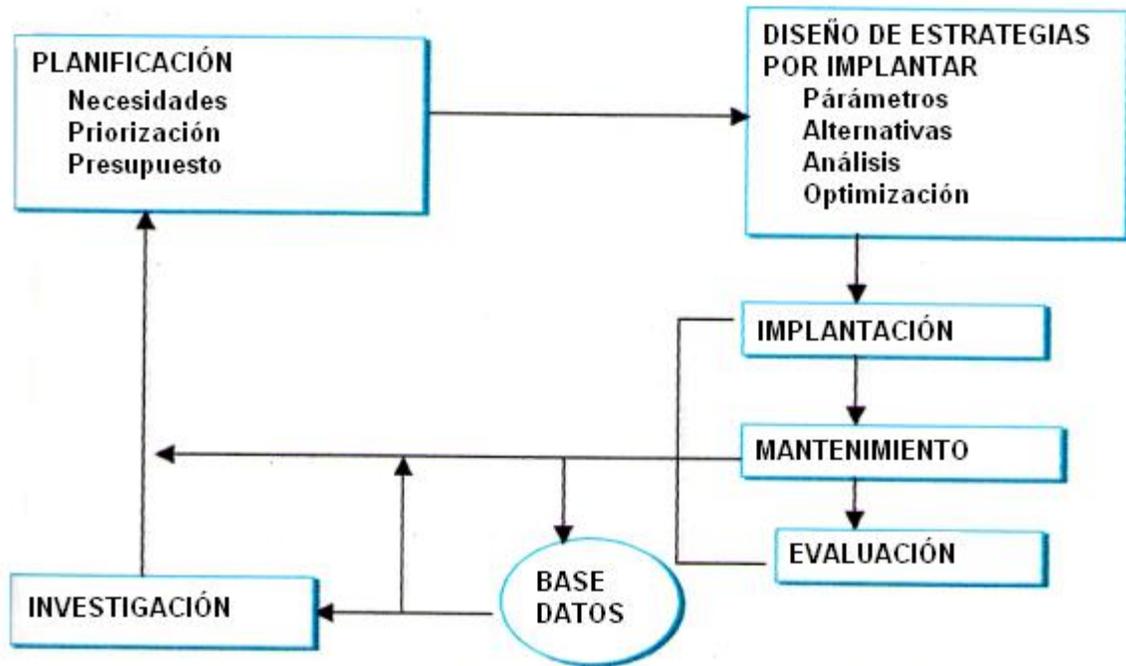


Figura 13. Diagrama simplificado de las principales actividades que componen un sistema de gestión de pavimentos.
Fuente: Haas, 1993.

Rasgos esenciales para una buena gestión vial

La gestión de infraestructura tiene la característica de poder ser usada por la institución que se encargue del bienestar de los caminos y carreteras, así como contribuir a la toma de decisiones para los proyectos que se lleguen a ejecutar. Para lograr esto, se necesita conocer algunos requerimientos esenciales para un adecuado sistema de gestión, las cuales se muestran a continuación (Haas,1993):

- Capacidad de ser fácilmente utilizado, posibilitando agregar y actualizar datos y modificarlo con nueva información sin mayor complicación.
- Capacidad de considerar estrategias opcionales dentro de la evaluación.
- Capacidad de identificar la estrategia o alternativa óptima.
- Capacidad de basar sus decisiones en procedimientos racionales, con atributos, criterios y restricciones cuantificables.
- Capacidad de usar información de realimentación para conocer las consecuencias de las decisiones.

Los pavimentos son estructuras muy complejas, pues combinan muchas variables como las cargas que debe soportar la estructura, los materiales adecuados y las distintas maneras de construcción, mantenimiento, una construcción en armonía con el medio ambiente, entre otros; lo cual hace importante entender los factores técnicos y económicos involucrados durante la construcción, explotación y conservación de la estructura, de tal manera que se pueda hacer una gestión adecuada.

Sistemas y la gestión vial

Concepto de sistema

Es un modelo de ordenamiento, que se puede aplicar a instituciones que trabajan en un ambiente que está en constante cambio. Un sistema comprende una serie de elementos que se relacionan unos con otros, los cuales trabajan en conjunto de tal manera que se logren alcanzar los objetivos planteados.

Si se aplica la teoría relacionada con los sistemas se puede simplificar una situación para analizar y comprender sus implicaciones en el entorno. En la siguiente figura se muestra un poco lo que en párrafos anteriores se ha querido explicar.

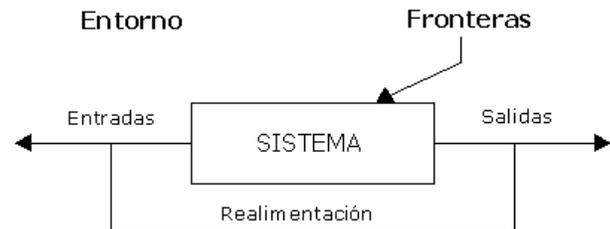


Figura 14. Modelo general de sistemas..
Fuente: Solminihaç, 1998.

La figura anterior posee los siguientes elementos involucrados;

- Entorno: medio donde se encuentra el sistema.
- Fronteras: restricciones o limitaciones que diferencian el sistema del entorno que lo rodea, también define qué pertenece a él y qué no.
- Entradas: elementos que ingresan necesariamente para que el sistema alcance sus objetivos.
- Salidas: son los resultados conseguidos.
- Proceso: actividad que transforma las entradas en salidas.

- Realimentación: información que recibe el sistema del entorno una vez que se han dado las salidas.

Estos términos pueden resultar confusos, sin embargo, para el enfoque en la gestión vial, las entradas pueden ser los factores que componen los elementos de demanda como las cargas, el tránsito, entre otros, necesarios para poder resolver los problemas relacionados con la infraestructura vial. Los objetivos que se planteen también formarán parte de la información y deben ser definidos por los que están encargados de la solución de éstos. Similarmente, dichas personas además de plantar los objetivos, deben decidir la visualización de los problemas cuya salida se utilizará en el análisis de las posibles soluciones.

El concepto de sistema aplicado a la gestión de infraestructura vial

Un sistema de gestión de infraestructura vial municipal debe tener una serie de actividades coordinadas relacionadas con la planificación, diseño construcción, conservación, evaluación e investigación de todos los elementos que intervienen en la infraestructura vial.

El principal objetivo de dicha gestión municipal es establecer una metodología para el seguimiento y evaluación de infraestructura vial, de tal manera que se pueda brindar seguridad y comodidad al hacer uso de ellas y así obtener la mayor rentabilidad posible del dinero invertido, sujetos a las restricciones económicas, técnicas, políticas y ambientales. Para lograr lo mencionado anteriormente, el sistema que se adopte debe ser actualizable, permitir la comparación de opciones e identificar la óptima, basando las decisiones en atributos, criterios y restricciones cuantificables, además de usar la información de la realimentación para evaluar las consecuencias de las decisiones que ya estén tomadas. (Solminihac, 1998)

La gestión de infraestructura puede ser aplicada a nivel de red (como una ciudad o región) y a nivel de proyecto (avenidas de una ciudad en particular). Dichos niveles se consideran en la toma de decisiones.

Un sistema de gestión de infraestructura vial, opera a todos los niveles de gestión, pero cada uno de ellos posee necesidades particulares en cuanto a tipo y cantidad de información, utiliza diferentes criterios y limitaciones. Un sistema totalmente completo y eficiente debe producir la información necesaria para tomar y fundamentar las decisiones que se hagan, ya sean asumidas por los administradores, ingenieros o legisladores.

Los niveles que se pueden utilizar en la gestión vial, se diferencian uno del otro de acuerdo con ciertas características que los hacen particulares, las cuales se mencionan a continuación (Solminihac, 1998):

- El nivel de red incluye básicamente un proceso de observación de un conjunto de pavimentos que conforman una red de caminos para planificar decisiones para grandes grupos de proyectos o una red de caminos completa a fin de optimizar la asignación de recursos. Este nivel tiene como propósito el desarrollo de un programa prioritario y organizado de rehabilitación, mantenimiento o construcción de nuevos pavimentos teniendo en cuenta las restricciones del presupuesto correspondientes.
- En nivel de proyecto, la observación es sobre una obra en particular, con el propósito de determinar el momento en el que se debe realizar el mantenimiento o reconstrucción. Usa datos específicos de cada proyecto y otorga varias opciones de acuerdo con los objetivos; los modelos utilizados a este nivel requieren de información detallada en secciones individuales de un camino.

Gestión a nivel de red

Este tipo de nivel requiere que los proyectos de priorización puedan ser llevados a cabo, de tal manera que se enmarquen dentro de las disponibilidades presupuestarias de los administradores de cada período del gobierno local.

La gestión a nivel de red posee las siguientes actividades:

- Identificar las necesidades y las posibles vías que requieran un mejoramiento dentro de la red de caminos. Para la identificación futura es necesario la aplicación de modelos de comportamiento y del deterioro del camino.
- Generar opciones para el posible proyecto por mantener.
- Seleccionar el período en el cual va a ser analizado el camino, niveles de calidad para los materiales y así realizar un análisis técnico-económico.
- Un análisis técnico de las posibles opciones en función del comportamiento que se espera del pavimento.
- Un análisis económico de las posibles opciones en función de los costos y beneficios esperados según la vida útil del pavimento.
- El desarrollo de un programa para las futuras construcciones, mantenimiento y rehabilitación de los caminos pertenecientes a la red en estudio.
- Un análisis económico de las posibles propuestas en función de los costos y beneficios esperados según la vida útil del pavimento.
- Seleccionar la mejor posibilidad de acuerdo con los criterios cuantitativos.

Gestión a nivel de proyecto

La gestión a nivel de proyecto contempla una decisión detallada para un proyecto individual, como éste requiere información específica de ciertas secciones del pavimento.

Para este tipo de nivel se necesitan datos como las cargas que recibe el pavimento, factores ambientales que lo afectan, características de los materiales, propiedades de las distintas capas que conforman la estructura del pavimento, construcción, mantenimiento y costos.

La gestión a nivel de proyecto contempla actividades como:

- La generación de opciones para la conservación de los pavimentos.
- Seleccionar el período en el cual se va a ser analizado el camino, niveles de calidad de los materiales permitiendo un análisis técnico-económico de los pavimentos.
- Un análisis técnico de las posibles opciones en función del comportamiento que se espera del pavimento.

Metodología

Estado y mantenimiento de los caminos brindado por las municipalidades

En la actualidad y como bien se sabe, la responsabilidad de los caminos vecinales que forman parte de los distintos cantones de Costa Rica les compete a las municipalidades, sin embargo, éstas todavía no son entidades bastante fuertes para que puedan subsistir por sí mismas, ello hace necesario que dependan del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). A pesar de esto, las municipalidades se encargan de la administración de los recursos para atender la red vial de su respectiva jurisdicción, en el marco de las políticas y directrices nacionales establecidas, según el decreto N°34624-MOPT, capítulo I, artículo 2 de la Ley N°8114.

Debido a esto, se consideró importante para la elaboración del presente proyecto, conocer las actividades que realizan las municipalidades para obtener información que permita determinar el estado de los caminos vecinales y el mantenimiento que llevan a cabo para la conservación de estos, así como su respectiva administración.

Para poder conocer la forma como las municipalidades actúan e intervienen en los caminos vecinales, fue necesario elaborar un cuestionario, en el cual se contemplen ciertos aspectos fundamentales para que un municipio cuente con información mínima que le permita elaborar planes de acción para conservar los caminos vecinales que se encuentran bajo su jurisdicción.

Dentro de los aspectos que se definieron para la elaboración del cuestionario se encuentran:

Análisis del tránsito

El tránsito es uno de los principales responsables del gran desgaste que puede sufrir la estructura de los caminos. Muchas veces el buen estado de una carretera o de un camino, se puede lograr si se cuenta con la información adecuada sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y lo hará hasta el día en que concluya el período de vida útil, ya sea que se trate de un camino nuevo o uno existente que se vaya a reconstruir o ampliar.

Este aspecto es importante pues permite determinar la composición y el volumen del tránsito, proyectar sistemas de control de tránsito, elaborar planes para el mantenimiento y establecer prioridades y técnicas de construcción.

Mantenimiento

El mantenimiento es una actividad bastante importante dentro de lo que es la conservación vial, ya que por medio de ella se puede prolongar sustancialmente la vida útil de los pavimentos, sin importar el tipo de superficie de rodamiento que tengan.

Materiales

Conocer las propiedades físico-mecánicas de las capas que componen la estructura del pavimento es fundamental, debido a que esto permite seleccionar adecuadamente los materiales, las especificaciones de construcción y el control de calidad.

El hecho de saber las características de los suelos permite conocer la clasificación de éstos, los límites de Atterberg, la densidad, la humedad, ensayos de suelo como la penetración dinámica con cono, relación de valor de soporte de California (CBR) entre otros, de tal manera que

se pueda saber si el suelo es adecuado o no para formar parte de la estructura del pavimento.

Administración municipal

Muchas veces las labores o procesos para la administración de los caminos vecinales no se ajustan a lo que está estipulado, es decir, no se llevan a cabo de manera adecuada.

La administración para los caminos vecinales es una actividad bastante compleja dentro de lo que es el campo vial, pues muchas veces la conservación de los caminos no es prioritaria dentro de las labores de una municipalidad.

La administración que ejercen los municipios en cuanto a materia vial, por lo general ha sido delegada por un mandante (Estado, alcalde, otros) que se reserva para sí la última palabra.

Debido a esto, se considera importante conocer cómo administran éstas entes los aspectos relacionados con los caminos vecinales, y ver si de alguna forma se han ido incorporando a la gestión vial o se han quedado rezagados en una administración que carece de eficiencia y eficacia.

El cuestionario formulado a partir de los aspectos mencionados anteriormente fue revisado por el Profesor Guía. Para elaborar el cuestionario, fue necesario conocer y revisar bibliografía relacionada con el tema de la conservación, mantenimiento y diseño de caminos.

Las municipalidades escogidas para emplear el cuestionario pertenecen a la provincia de Cartago, y corresponden a los cantones de: Oreamuno, Paraíso, El Guarco, La Unión y Cartago.

La visita a los distintos municipios se efectuó del día 10 al 13 de agosto del 2009 y fueron respondidos por los respectivos ingenieros municipales. Dichos cuestionarios se muestra en el anexo 1.

Inventario de necesidades de los caminos

El inventario de necesidades de un camino consiste en contabilizar las necesidades de mantenimiento y rehabilitación de una vía para poder alcanzar un estado adecuado de funcionamiento.

Para aplicar este inventario es necesario conocer los elementos básicos que identifican y cuantifican las necesidades de un camino, por medio de la valoración del sistema de drenaje y la superficie de ruedo.

Antes de hacer uso del inventario de necesidades, se requirió conocer acerca de las distintas fallas que se presentan tanto en caminos con pavimento asfáltico como caminos de lastre, las actividades de mantenimiento rutinario y periódico por aplicar y la frecuencia con que se deben ejecutar dichas actividades, para mejorar el estado del camino que se evalúe, y también las técnicas de rehabilitación y sus respectivas actividades. Toda esta información, fue consultada en distinta literatura, como el CR-77, CR-2002, CRM-2002, el Catálogo Centroamericano de Daños a Pavimentos Viales (Normas SIECA) y el libro "Conservación de Caminos: Un modelo participativo"

Según las recomendaciones del Profesor, se debe aplicar la boleta del estado del camino y el inventario de necesidades del camino.

La boleta del estado del camino ayuda a conocer la condición inicial de la vía antes que se le efectúe cualquier actividad de mantenimiento o rehabilitación al camino, es decir, la condición actual en que se encuentra el camino en la cual se puede decir qué tan fácil o difícil es transitar por dicha vía, además la boleta permite valorar la condición de drenaje de tal manera que se pueda deducir si el agua superficial se evacua con facilidad o dificultad del camino que se esté valorando. También la boleta del estado del camino permite evaluar la condición de la vía después de haber realizado obras y labores de mantenimiento (rutinario o periódico) o rehabilitación. Lo ideal de utilizar esta boleta radica en que cualquier usuario que transita por un camino pueda percibir la condición de la vía y valorarlo según los parámetros establecidos en la

misma boleta (pésimo, malo, regular, buen o excelente).

Las razones para poder evaluar la condición de la superficie de ruedo y el drenaje a partir de los parámetros mencionados anteriormente se encuentran explicados en la parte inferior de la boleta

El inventario de necesidades del camino es un formulario donde se establecen aspectos como: localización y ubicación del camino, código (ya sea ruta nacional o cantonal), características geométricas, problemas o necesidades físicas por estación o tramo de la ruta. Este formulario se va llenando de abajo para arriba, y posee una simbología gráfica para representar los problemas viales encontrados. La manera en que se va llenando tanto la boleta del estado del camino como el inventario de necesidades se puede consultar en el capítulo 9 del libro "Conservación de caminos: Un modelo participativo".

Para poder aplicar el inventario de necesidades se escogieron tres caminos del cantón de La Unión. Se eligió dicho cantón debido a que cada municipalidad de los diferentes cantones que componen el país deben entregar a la Dirección de Planificación del MOPT, una serie de inventarios físicos, socioeconómicos, de necesidades y del volumen y composición del tránsito, los cuales sirven para priorizar y asignar la categoría respectiva a la vía para tomar en cuenta los kilómetros de la red vial cantonal que se reconocerán en el cálculo de los recursos que se transferirán a las

municipalidades; y la Municipalidad de La Unión ya había presentado toda esta documentación a la Dirección de Planificación del MOPT, esto permite comparar los resultados obtenidos a través del inventario con la información que dicho Municipio entregó a ese departamento, además son datos que se encuentran relativamente actualizados y de las cinco municipalidades a las cuales se les aplicó el cuestionario sobre el estado y mantenimiento de los caminos vecinales, era la única que había entregado toda la documentación.

Los caminos vecinales por visitar y aplicar la boleta y el inventario fueron escogidos gracias a la ayuda del Ingeniero Pablo Navarro, quien trabajó en la recopilación de la información y documentación que se debía presentar a la Dirección de Planificación del MOPT. Los caminos los eligió de tal manera que no fueran peligrosos, que contaran con una superficie de rodamiento pavimentada y no pavimentada y que tuvieran ciertas características que facilitarían observar las necesidades que requieren dichos caminos a la hora de aplicar la boleta del estado del camino y el inventario de necesidades. Además se siguió la sugerencia del Profesor Guía: que los caminos vecinales a los que se les fuera aplicar el inventario de necesidades tuvieran una longitud entre 1,5km y 5km.

El nombre de los caminos por visitar, la ubicación, longitud y códigos se presentan en el siguiente cuadro 1, y en las figuras 15 y 16 se muestra la localización geográfica de cada uno de los caminos elegidos

Cuadro 1. Ubicación y longitud de los caminos a evaluar por medio del inventario de necesidades.³				
Nombre del Camino	Código	De	A	Longitud (km)
Calle Carpintera	3-03-013-00	(ENT.N.251) San Rafael, contiguo a Urbanización Estancia	San Vicente (ENT.C.14 y C.28, Restaurante Chirraca)	1,7
Calle Pizote	3-03-023-00	(ENT.N.202)	Finca Alto del Pizote (Límite Cantonal)	3,7
Calle Yerbabuena	3-03-024-00	(ENT.N.251) San Rafael Iglesia	Molina (ENT.C.44)	4,8

³ Información brindada por el Sistema Integrado de Gestión Vial (SIGVI).

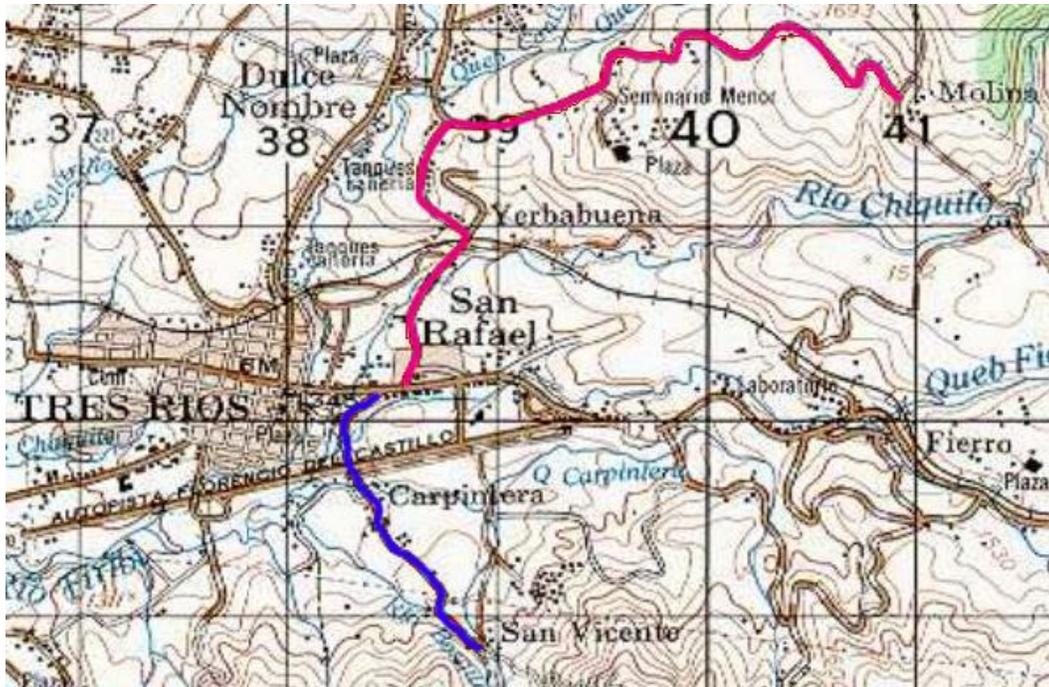


Figura 15. Ubicación geográfica de los caminos Yerbabuena y Carpintera.
(Fuente: Instituto Geográfico Nacional).

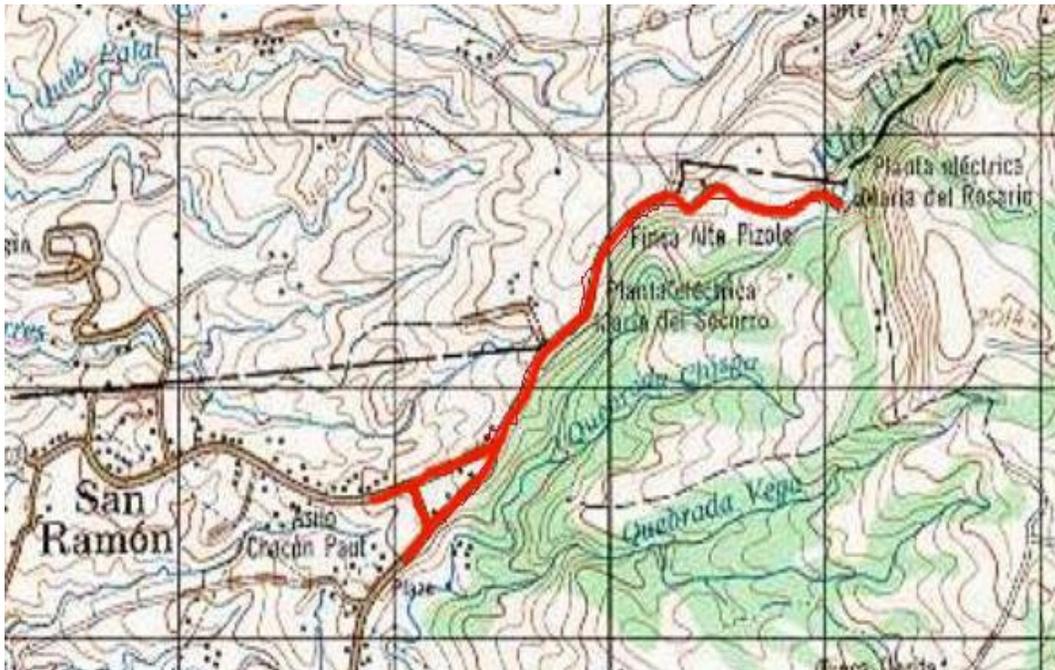


Figura 16. Ubicación geográfica del camino Pizote.
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

El inventario de necesidades y la boleta del estado del camino, se utilizan con el fin de aplicar una metodología propia del MOPT, propuesta por Dirección de Planificación Sectorial, para tener un control de la condición en que se encuentran los caminos vecinales, y así consultar las normas vigentes de conservación vial y el criterio propio ante los problemas encontrados de tal manera que sirvan para plantear la metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial.

La información obtenida por medio de la aplicación de dicho inventario de necesidades se presenta en la sección de resultados, y los formularios que se utilizaron para anotar las necesidades de los caminos, así como la boleta de estado de camino, en el anexo 2 y anexo 3.

Metodología de evaluación de caminos vecinales

Parámetros de evaluación

Para escoger los parámetros de evaluación para dicha metodología, fue necesario analizar los factores en los que las Municipalidades están fallando actualmente, es decir, tomar en cuenta ciertas variables importantes para generar en primera instancia una buena base de datos, así las mismas municipalidades las puedan implantar y agregar nuevos parámetros, de tal manera que poco a poco se vayan ajustando a la gestión vial municipal.

Los parámetros también se escogieron de tal manera que la evaluación del camino en estudio pueda ser aplicada por cualquier persona, de tal manera que las Municipalidades trabajen conjuntamente con la comunidad y de esta manera exista una participación no sólo del ente encargado de velar por el buen estado de los caminos vecinales sino también de las personas que se benefician con dichas vías.

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Uno de los principales factores y de mayor importancia a la hora de determinar o predecir el daño que se puede generar en el pavimento o camino de lastre con respecto del tiempo, es el volumen de tránsito promedio diario anual (TPDA), el cual se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período determinado, mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición. (Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, 2001).

La importancia de este parámetro radica en que los vehículos pesados son una de las principales causas del deterioro de los caminos, sumándosele además el efecto del clima.

Esto hace que para obtener el dato relacionado con el TPDA, sea necesario realizar un conteo de vehículos, utilizando un conteo manual o automático (la técnica de conteo la decide la respectiva municipalidad), de tal manera que se tenga un censo del tránsito, además se espera que la frecuencia de dicha medición sea máximo cada dos años, para efectos de la metodología de evaluación que se está proponiendo, se espera que el tránsito sea medido cada año, de no ser así por lo menos que cumpla con la medición cada dos años.

Dicha información facilitaba conocer la cantidad de ejes equivalentes que transitan sobre la red vial cantonal, y así determinar el efecto destructivo sobre el pavimento. Además, se puede estimar la proyección del tránsito que puede afectar significativamente el ciclo de vida del camino vecinal.

Al ser caminos vecinales, se recomienda un período de proyección máximo de diez años, según lo indicado por Jaime Monge, ingeniero perteneciente a la Unidad de Gestión de Infraestructura y Proyecto de Gestión Vial Municipal del LanammeUCR, pues son caminos de bajo tránsito en los que hay que considerar las limitaciones de tipo operativo con que probablemente desarrollen su misión las entidades encargadas de los caminos. La proyección se puede llevar a cabo por medio de dos procedimientos universalmente aceptados: el primero de ellos consiste en el análisis de las

tendencias históricas del comportamiento del tránsito, las cuales se obtuvieron mediante registros de los volúmenes durante un período mínimo de diez años de duración, de tal manera que a partir de dicha información se pueda obtener el crecimiento más probable del tránsito durante los años venideros. La segunda opción para la proyección del tránsito reconoce que el crecimiento del volumen de vehículos está relacionado con ciertas actividades humanas como lo son los indicadores socioeconómicos nacionales o locales, que para el enfoque del presente trabajo se recomienda utilizar los que se relacionan con el cantón al que pertenecen los caminos en estudio, si es que existen. Estos indicadores corresponden al crecimiento de la economía, comportamiento del Producto Interno Bruto, crecimiento de la población económicamente activa, el consumo de gasolina, entre otros, los cuales van a permitir calcular proyecciones aceptables acerca del tránsito futuro esperado.

Para efectos de lo que es la gestión vial municipal, este dato de la proyección y de la cantidad de vehículos que transitan por un camino es importante, pues facilita tener un control sobre la cantidad de carga que recibe el camino y así tomar decisiones acertadas en cuanto al mantenimiento rutinario o periódico que requieren los caminos, de acuerdo con la condición en que se encuentren.

Estado de la superficie de ruedo

La superficie de rodamiento es una capa primordial de la estructura del camino, ya sea pavimentado o de lastre, pues gracias a ella los vehículos pueden transitar de un lado a otro, con un grado adecuado de comodidad, el cual va a depender de la clasificación del camino (autopista, troncales o colectoras).

El estado de la superficie es fácil de percibir por un conductor, debido a que éste puede experimentar una sensación al recorrer el camino a una velocidad normal, esto se debe a que el camino va ir cambiando por efecto del clima, el tránsito y la falta de medidas de conservación.

Para evaluar el estado del camino, se utiliza un rango de muy bueno, bueno, regular, malo o muy malo, el cual va a depender de la percepción que tenga el conductor o el inspector que vaya a recorrer el camino.

A pesar de que una valoración del estado del camino por medio de este método es el menos objetivo de todos los que se pueden emplear, por lo menos permite dar a las municipalidades una idea de la condición del vía sin tener que recurrir a gastos económicos para tener una evaluación con un método más costoso, lo único que se debe invertir es tiempo y dedicación.

Estado del sistema de drenaje

El drenaje superficial de un camino tiene como objetivo principal eliminar el agua que proviene de la superficie de ruedo por medio del bombeo, hasta llegar a unas estructuras especiales (cunetas y alcantarillas) que se encargan de trasladar el agua recolectada a un medio, el cual no interfieran con el buen funcionamiento de la estructura del camino vecinal. Bien se sabe que el agua es el principal enemigo de cualquier tipo de construcción, especialmente de la estructura de un pavimento, pues si la superficie presenta una falla (grietas), acumulación de agua en algún tramo de la vía, entre otros y si se combinan con el clima y el incremento del volumen del tránsito y de las cargas, se generan daños que sino son tratados a tiempo, se intensifican hasta llegar a un punto donde el tránsito por dicho camino se dificulta.

Si se cuenta con un buen estado del sistema de drenaje, se puede prolongar la capacidad de soporte de la subrasante, evitar la saturación de la superficie de rodamiento, y así se garantiza una vida útil más prolongada para el camino o carretera. Esto hace notar que los drenajes son fundamentales para la durabilidad del camino, lo cual implica que hay que darle mantenimiento a las cunetas, de tal manera que se limpien si hay algún tipo de obstrucción, de igual forma los tragantes y las alcantarillas deben estar limpios e inspeccionarse cada dos o tres veces al año, para eliminar cualquier elemento que impida el libre paso del agua.

Al igual que el estado de la superficie de rodamiento, el sistema de drenaje se puede evaluar por medio de ciertos parámetros que reflejen el estado encontrado, permitiendo de esta manera asignar un valor con respecto de la categoría donde se encuentren, las cuales se mencionarán más adelante.

Cambio de la velocidad promedio de circulación

La velocidad en un camino o en una carretera está muy relacionada con cuatro factores, que son las características físicas de dicha carretera, las condiciones climáticas, la presencia o interferencia de otros vehículos en la corriente del tránsito y los límites de velocidad, ya sean de carácter legal o relacionados con el empleo de los dispositivos usuales para el control del flujo vehicular (Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, 2001).

La velocidad es un elemento muy importante debido a que por lo general los conductores en el país transitan a velocidades bastante altas, incluso superando los límites de velocidad, de esta manera se puede llegar de un lugar a otro en menos tiempo. Debido a ello, un conductor puede percibir fácilmente cuando una vía está en mal estado o no, al ver reflejadas las variaciones en la velocidad promedio de circulación.

Por tal motivo, la velocidad con la que se transita en un camino se toma en cuenta para evaluar el estado de la vía en estudio.

Cantidad de baches

Los baches son producto de la desintegración de la superficie de rodadura, la cual puede extenderse a otras capas de la estructura del camino, ya sea pavimentado o de lastre, y generar una cavidad de bordes o profundidades irregulares.

Los baches, por lo general, se deben a un mal sistema de drenaje de la superficie de rueda, o también se pueden producir por la combinación del tránsito, clima y condición de la superficie. Este tipo de daño se intensifica por lo general en la época húmeda, donde hay mayor concentración de agua, provocando el debilitamiento de la superficie.

Si se inspecciona un camino y se encuentra este tipo de falla, lo ideal es medir el diámetro del hueco y la profundidad que tiene éste, Sin embargo, para la propuesta de la metodología que se pretende realizar con este proyecto, esta falla estructural se tomará en cuenta de otra manera, la cual se explicará más adelante.

Cuero de cocodrilo

Esta falla es un agrietamiento que se va extendiendo poco a poco a toda la superficie de rodadura y son fracturas interconectadas del pavimento que van formando pequeños bloques que semejan el cuero de lagarto.

Este tipo de grietas se consideran importantes dentro de la metodología, pues constituyen un antecedente de los baches, puesto que, por lo general, es una falla progresiva la cual genera destrucciones locales del pavimento, como desprendimientos de la carpeta en lugares localizados y en la rápida remoción de los materiales granulares expuestos. Si el cuero de lagarto se identifica a tiempo se previene la presencia de futuros baches en el camino, los cuales contribuyen al deterioro de una vía.

Desplazamiento de agregados

Éste es un daño que se presenta en la superficie de rodadura y es fácil de identificar pues se observa que el material (agregados) de la superficie de rodadura se separa y provoca que los agregados queden en estado suelto a lo largo del camino, formando cordones en los bordes de la vía con el material desplazado.

El material se desplaza poco a poco y esto hace que se presenten corrugaciones, baches o ambas, debido a la acción de los vehículos y la humedad. Debido a que es un daño que se puede identificar sin ningún problema, según lo mencionado anteriormente, se toma en cuenta en la metodología de evaluación de caminos vecinales.

Descripción general de la metodología de evaluación de caminos vecinales

Los parámetros mencionados anteriormente forman parte de la metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial, lo cual hace necesario mencionar con qué criterios se rigen, conocer la manera de aplicarlos y así se puedan obtener resultados satisfactorios y saber

cómo se utilizan las recomendaciones especificadas.

La metodología consiste en seis parámetros y uno adicional, los cuales fueron escogidos según se ha observado en los caminos actuales de Costa Rica, es decir, los que son más frecuentes; además se tomó en cuenta lo que se ha consultado en la literatura relacionada con el tema.

Los parámetros que conforman el método de evaluación son el estado de la superficie de ruedo, el estado del sistema de drenaje, la velocidad promedio de circulación, la cantidad de baches, el cuero de cocodrilo y, por último, el desplazamiento de agregados, los cuales deben evaluarse cada seis meses, de tal manera que se pueda implantar una forma de darle continua revisión a un camino y así tratar de llevar a cabo el mantenimiento rutinario y periódico que necesite, para extender la vida útil. En cuanto al parámetro adicional, que en este caso es el tránsito promedio diario anual (TPDA), se incluye como parte de esta metodología, para que de alguna forma se puedan llevar registros relacionados con el volumen del tránsito, además elaborar proyecciones del tránsito para un conocimiento del posible tránsito de vehículos que se puede esperar con el transcurso del tiempo.

La metodología en sí consiste, en determinar de acuerdo con los parámetros que la componen y la asignación de un nivel de severidad a cada daño, una puntuación que permita reflejar el estado del camino cada cierto tiempo, de acuerdo con una evaluación del camino en tramos de 500m, hasta llegar a completar la longitud total de la vía que se esté evaluando.

Para poder proyectar el estado actual del camino, se hace uso de una escala del cero al cien, dividida en ciertas fracciones que representen un posible estado del camino, y se utilizó como referencia la norma ASTM D5340, donde se presenta una figura que muestra el índice de la condición del pavimento y también se consultó la relación entre el puntaje y el índice de serviciabilidad propuesto por la Consultoría GTZ (Programa MOPT-KFW).

Dicha escala permite conocer el estado del camino evaluado de acuerdo con la puntuación total obtenida a través de los formularios elaborados.

Para la metodología de evaluación, se propone la siguiente escala para determinar el estado del camino:

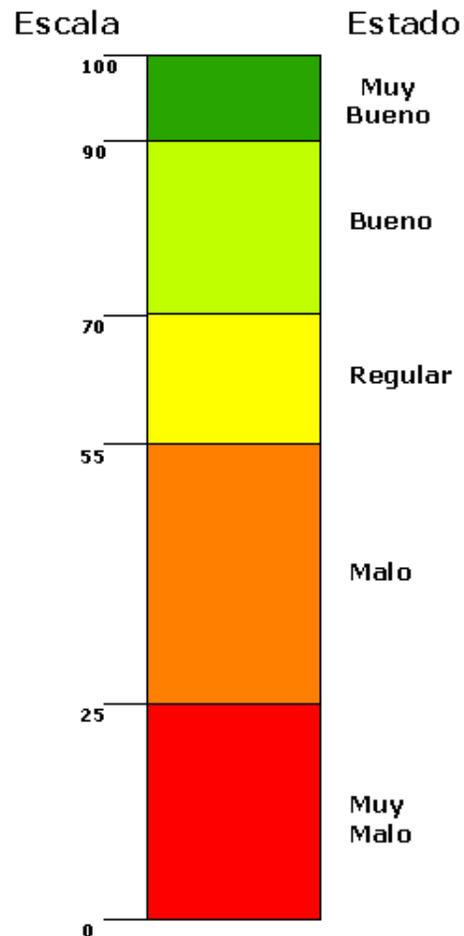


Figura 17. Escala de deterioro según el estado del camino evaluado.

Fuente: Autora.

Aplicación y criterios escogidos para los parámetros que componen la metodología de evaluación

Todo lo que respecta a la forma de utilizar cada uno de los parámetros y los niveles de severidad pertenecientes a la metodología de evaluación de caminos vecinales se presenta en los siguientes puntos, de tal manera que se explique el uso del

método, además se justifique porqué los niveles de severidad y la puntuación establecida.

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Es importante explicar que el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) va ser medido cada año, sin embargo, se puede ser flexible y medirse cada dos años, dependiendo de la organización que tenga la municipalidad para emplear dicha metodología. El hecho de que se mida el TPDA con esa frecuencia, se hace con el objetivo de que el Municipio vaya creando un registro o una base de datos donde esté estipulado el volumen del flujo vehicular de ese camino vecinal, y así poder analizar el comportamiento, la composición del tránsito y elaborar proyecciones, para tomar decisiones acertadas en cuanto al mantenimiento (rutinario o periódico) que se deba emplear.

El conteo de vehículos, como ya se ha mencionado, puede realizarse de forma manual o con un sistema automático; sin embargo, si no se cuenta con los fondos necesarios o no se forma parte de algún convenio, lo ideal es que se lleve a cabo de forma manual, ello hace necesario utilizar el formulario de análisis del flujo vehicular y composición del tránsito de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, o el que se creó como parte de la metodología. Es importante destacar que según información del LanammeUCR, se puede realizar uno o dos conteos de 6:00a.m a 9:00a.m en días hábiles de trabajo, de tal manera que se pueda tener una estimación de la cantidad de camiones y vehículos que transitan sobre el camino vecinal en estudio. Según la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, el TPD se debe medir por una semana completa, realizando un conteo de una hora en la mañana, y otra hora en la tarde, siempre y cuando las horas correspondan a períodos donde el flujo vehicular es mayor que lo normal, es decir, se debe medir en hora pico.

Para efectos de la metodología se decidió que se deben realizar tres conteos en días hábiles de trabajo y temporada del curso lectivo, de tal manera que sea un intermedio entre lo que establece el LanammeUCR y la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, además las

horas de conteo son de 6:00a.m a 9:00a.m de la mañana. Los días de conteo deben ser al azar, pues cada día el flujo vehicular es cambiante.

Una vez que se ha realizado el conteo, se prosigue a elaborar cuadros donde se muestre la composición del tránsito, las proyecciones según la información local y análisis de las mismas, para que se vayan creando registros en las municipalidades con información importante.

Estado de la superficie de ruedo

Para poder evaluar el estado de la superficie de rodamiento es importante que el conductor o el inspector que vaya a aplicar la metodología, recorra el camino con una velocidad constante, en la cual se pueda percibir cambios relacionados con la disminución de la velocidad y ver si son pequeños o bastante significativos.

El estado de la superficie de ruedo se va a regir, por niveles de severidad y una puntuación de acuerdo con la percepción del conductor.

Para establecer los niveles de severidad, fue necesario consultar bibliografía, la cual diera una idea y guiara para poder redactar los niveles de acuerdo con el grado de severidad. Los niveles escogidos y la descripción de estos se presentan a continuación:

- Muy malo (MM): la superficie de rodamiento presenta graves defectos en la estructura, es decir, se encuentra muy deteriorada lo que hace que dicho camino vecinal requiera de una reconstrucción inmediata. También la velocidad promedio de circulación se ve bastante reducida.
- Malo (M): el camino vecinal presenta una superficie irregular y con baches muy frecuentes ello hace que el camino requiera de una rehabilitación, además la velocidad promedio de circulación se ve reducida.
- Regular (R): el camino vecinal presenta poco deterioro, lo único que requiere es de un mantenimiento rutinario o periódico en el cual no haya necesidad de demoler la estructura existente.

- Bueno (B): Superficie libre de defectos importantes, con presencia de baches e irregularidades pequeñas, los cuales no afectan la velocidad de circulación.
- Muy bueno (MB): caminos vecinales nuevos o que por su condición se consideran nuevos, poseen una superficie lisa y libre de baches e irregularidades.

Para aplicar los niveles mencionados anteriormente, se recomienda que el encargado de ejecutar la metodología lo evalúe cada 500m, de tal manera que no se haga una sola vez en la totalidad del camino, sino más bien que se realice por secciones, pues muchas veces el camino vecinal puede tener tramos que se encuentran en buenas condiciones pero existen otros en los que la historia es diferente, lo cual hace necesario mejor tener una evaluación cada 500m. Esto es un dato que se va ir reportando en el formulario para la metodología de evaluación, anotando cada nivel de severidad y cuando se llegue al promedio se contabilizan las que corresponden al mismo tipo, y luego rige la que tenga mayor cantidad, asignándole luego el puntaje que le corresponde.

El puntaje que se debe asignar de acuerdo con el nivel de severidad reportado, se definió según la importancia que tiene este criterio dentro de lo que los usuarios puedan percibir. La reacción de ellos ante las formas de deterioro

sirven para juzgar el nivel de severidad y la debida puntuación que se merecen según dicho nivel, por lo general estas reacciones son:

- Indiferencia: si el conductor continúa sin determinar el daño, significa que no es tan notorio y probablemente sus efectos no sean tan significativos.
- Disminución de velocidad: esto indica que el usuario, por lo general, distingue el daño y trata de aminorar el impacto sobre el vehículo.
- Maniobra de evasión: si el usuario intenta maniobrar para esquivar el daño, significa que es posible que éste sea muy severo, provocando que la maniobra se convierta en algo riesgoso, aumentando la probabilidad de accidentes de tránsito.

Dadas las reacciones mencionadas, se considera que el estado de la superficie de ruedo debe tener un puntaje elevado, pues la superficie de ruedo es la que brinda comodidad y seguridad al usuario, además involucra cierta cantidad de fallas, que hacen que el estado de la superficie de rodamiento se vea afectado, por lo tanto, este parámetro equivale a un 25% de la escala propuesta en la figura 17. La puntuación según el nivel de severidad encontrado en el camino, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Puntaje utilizado de acuerdo con el nivel de severidad establecido al estado de la superficie de ruedo.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy malo	0
Malo	8
Regular	15
Bueno	20
Muy bueno	25

Fuente: Autora.

Estado del sistema de drenaje

Para evaluar el estado del sistema de drenaje, fue necesario consultar las descripciones presentes en algunos libros, así como agregar

detalles que la autora de este trabajo considera importantes.

Este parámetro como todos los anteriores, también está caracterizado por una descripción de los niveles de severidad que se pueden

presentar en un camino vecinal, dentro de los cuales se encuentran:

- Muy malo (MM): el agua escurre libremente por la superficie de rodamiento, sin tener una estructura que recolecte las aguas, es decir, no hay cunetas.
- Malo (M): la existencia de cunetas y alcantarilla es casi nulo, y las pocas que existen se encuentran gravemente dañadas, cubiertas de maleza u obstruidas en su totalidad.
- Regular (R): hay existencia de cunetas y alcantarillas, sin embargo, están obstruidos entre un 25 y 50% de su sección transversal.
- Bueno (B): gran parte de la sección recorrida posee alcantarilla y cunetas que aparentemente funcionan bien y están en su gran mayoría limpias.
- Muy bueno (MB): las cunetas y alcantarillas del tramo evaluado se encuentran bastante limpias y en buen estado.

Para poder utilizar los niveles mencionados, se recomienda evaluar el estado de las cunetas y alcantarillas cada 500m, de modo que no se dé una opinión general del camino, sino que se pueda evaluar cada cierta distancia, ya que pueden existir secciones donde hay un buen sistema de drenaje y otras veces se da el caso en que más bien las secciones que se analizan carecen de un sistema adecuado. Para reportar

los niveles establecidos, se hace uso del formulario, donde se anota la estación y la condición reportando el nivel de severidad según el criterio de la persona, cuando se contabilizan todos los niveles de un mismo tipo, rige el que tenga mayor cantidad, asignándole luego la puntuación que le corresponde.

El puntaje que se asigna de acuerdo con el nivel de severidad reportado se define según la importancia que tiene este parámetro dentro de la estructura del pavimento. Como bien se sabe, el agua es uno de los principales enemigos que puede tener un camino, pues debido a ciertas grietas o acumulación de agua, ésta penetra en el pavimento saturando las capas que conforman la estructura. Se busca con un buen sistema de drenaje mantener protegido de la acción del agua a la subrasante, subbase y base, porque si el agua se filtra hacia estas capas, las características físico-mecánicas de ellas pueden variar perjudicando seriamente al pavimento. Por tales motivos la presencia de cunetas y alcantarillas se vuelve importante, pues favorecen el desalojo del agua minimizando sus efectos.

Debido a todas las razones explicadas se considera que el sistema de drenaje es un elemento primordial dentro de la estructura de pavimento, ello hace que para la aplicación de la metodología, el sistema de drenaje ocupe un 25% de la escala propuesta para evaluar el estado del camino (ver figura 17).

El puntaje que se asigna de acuerdo con el nivel de severidad establecido refleja las condiciones del tramo evaluado, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido al sistema de drenaje.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy malo	0
Malo	8
Regular	15
Bueno	20
Muy bueno	25

Fuente: Autora.

Cambio de la velocidad promedio de circulación

Este parámetro es un efecto producido de acuerdo con la rugosidad que presente el camino que se vaya a evaluar. Si el camino se encuentra en buen estado, es decir, con muy pocos huecos y roderas de tamaños pequeños, la flota vehicular puede transitar a una velocidad alta, desde el punto de vista del conductor. Sin embargo, conforme el estado de la superficie va empeorando, es decir, aumenta su nivel de deterioro, los vehículos se ven forzados a disminuir la velocidad promedio de circulación.

Según la información consultada en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, establece que para caminos de bajo volumen de tránsito (vías que poseen un TPDA entre los 3000 y 500 vehículos) la velocidad promedio de circulación es de aproximadamente 50km/h. Sin embargo, esta velocidad puede cambiar dependiendo de la tipología del terreno (montañoso, ondulado, plano). Bien se sabe que en nuestro país, el terreno que predomina es montañoso, lo cual indica que la velocidad promedio de circulación ronda la estipulada anteriormente.

También, para fundamentar un poco mejor los niveles de seguridad de la metodología de evaluación que se pretende implantar, se consultó la tesis de Miguel Adolfo Vargas Petersen, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, en la cual se muestra un cuadro de velocidades promedio de los vehículos de acuerdo con el estado del camino, a continuación:

Cuadro 4. Velocidades promedio (km/h) de la flota vehicular de acuerdo con el estado del camino.⁴				
Camino	Tipo de Vehículo	Estado del camino		
		Bueno	Regular	Malo
La Suiza-Pacayitas	Automóvil	40	25	15
	Moto	45	35	25
	Carga liviana	45	30	20
	2 ejes	35	25	15
	5 ejes	Nd	Nd	Nd
	Especial	Nd	Nd	Nd
	Chapulín	25	15	10
Cruzada-Atirro	Automóvil	55	40	20
	Moto	60	45	25
	Carga liviana	50	45	30
	2 ejes	45	35	20
	5 ejes	40	30	15
	Especial	45	30	20
	Chapulín	25	20	10
La Suiza-Tuis	Automóvil	45	30	15
	Moto	50	35	20
	Carga liviana	45	30	25
	2 ejes	40	25	15
	5 ejes	Nd	Nd	Nd
	Especial	40	30	15
	Chapulín	25	15	10

⁴ Información obtenida de la tesis de Miguel Vargas, Escuela de Ingeniería Civil, UCR.

Debido a la información presentada anteriormente, se logra apreciar que la velocidad promedio en un camino en buen estado supera los 40km/h, lo cual concuerda con lo que establece el Manual Centroamericano. Según dicha información, los niveles de severidad para la metodología de evaluación, son los que se proponen a continuación:

- **Muy malo (MM):** velocidad promedio de circulación menor a los 10km/h.
- **Malo (M):** velocidad promedio de circulación entre 10 y 20km/h.
- **Regular (R):** velocidad promedio de circulación entre 21 y 30km/h.
- **Bueno (B):** velocidad promedio de circulación entre 31 y 40km/h.
- **Muy bueno (MB):** velocidad promedio de circulación mayor a 40km/h.

La puntuación escogida para este parámetro, se debe a que para el conductor, la velocidad es uno de los elementos críticos por considerar en la selección de la ruta a transitar, si ésta no se encuentra en buenas condiciones y produce tiempos de recorrido mayores, generará una insatisfacción en el usuario, pues estos buscan minimizar el tiempo de recorrido pero en condiciones de seguridad. Como ya se ha mencionado, debido a una condición inadecuada del camino la velocidad se puede ver reducida considerablemente, y a pesar de que depende del estado del camino también puede servir como un indicador de la condición de éste y el conductor percibe el daño. Por lo tanto, este parámetro al estar un tanto considerado en otro, se decidió que equivale a un 15% de la escala de la figura 17.

Dichos niveles de severidad reciben una puntuación como todos los parámetros que se establecen en la metodología, la cual se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido según la variación de la velocidad promedio de circulación.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy malo	0
Malo	3
Regular	7
Bueno	10
Muy bueno	15

Fuente: Autora.

Cantidad de baches

En lo que respecta a este parámetro, fue necesario contabilizar la cantidad baches que hay en una cierta distancia. Para esto se eligieron tres calles, una perteneciente al cantón de Oreamuno y dos al cantón de Cartago. Esos caminos se utilizaron de referencia dado que poseen una cantidad considerable de baches, de todos los tamaños, grandes como los que abarcan gran parte de la calzada del camino, medianos, que se

pueden eludir siempre y cuando no estén muy cerca unos de otros y los pequeños que tienen una formación reciente, pero con el paso del tiempo, el clima y el tránsito van convirtiéndose en baches de gran tamaño.

La información recolectada a partir del conteo de dichas calles se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Cantidad de baches presentes en una cierta distancia.		
Calle	Longitud (m)	Cantidad de baches
Corazón de Jesús	100	22
Las cortinas	200	13
Granados	300	68

Fuente: Autora.

A partir de la información del cuadro 6, se establecieron los niveles de severidad que van a permitir darle un valor a este parámetro, además se revisó el Catálogo de Daños de las normas SIECA, para tener una idea de la manera en que se evalúan los baches. Los niveles de severidad para la cantidad de estos se presentan a continuación:

- **Muy Alto (MA):** sección de carretera que debido al descuido y al ensanchamiento y profundidad de los baches hace intransitable dicho tramo, es decir, ya no se puede contabilizar la cantidad de baches. (Ver fotografía)
- **Alto (A):** de 30 o más baches contabilizados en 500m de camino recorrido.
- **Mediano (M):** de 10 a 29 baches contabilizados en 500m de camino recorrido.

- **Bajo (B):** de 1 a 9 baches contabilizados en 500m de camino recorrido.
- **Nulo (N):** no se contabilizó ningún bache en 500m de camino recorrido.

La puntuación del nivel de severidad relacionado con la cantidad de baches se basó en el hecho de que los baches son agujeros de gran tamaño y de profundidad considerable, los cuales se producen por la pérdida de material debido a la combinación de la acción mecánica de las cargas de tránsito y el efecto del intemperismo. Debido a que este parámetro también se considera dentro de lo que es el estado de la superficie de rueda, pero sirve para determinar la gravedad del estado de la calzada, se decidió que la cantidad de baches equivale a un 15% de la escala de deterioro de la figura 17.

La puntuación establecida para los niveles de severidad presentados anteriormente, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido según la cantidad de baches encontrados en la vía.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy alto	0
Alto	3
Mediano	7
Bajo	10
Nulo	15

Fuente: Autora.

Cuero de cocodrilo

Para poder emplear este parámetro, se utilizó la información de la norma ASTM D 5340, la cual sirvió para indicar los niveles de severidad adecuados según la gravedad de dicha falla. Este parámetro se anota en el formulario y se pretende que se haga una observación general del estado de la superficie de ruedo, aunque no presente la falla o si la posea, y si es este último decir la severidad correspondiente, pues muchas veces es difícil establecer en qué puntos se encuentra el cuero de lagarto, por lo general abarca grandes secciones del camino, además habría que medir un área que represente los lugares afectados, sin embargo y como se mencionó anteriormente, se pretende una evaluación general, pero eso se plantea cada 500m hasta completar la longitud del camino.

Los niveles de severidad establecidos se presentan a continuación, al igual que el cuadro donde se indica la puntuación de acuerdo con el daño encontrado.

- **Nulo (N):** no se encontró indicios o fallas ya desarrolladas de cuero de cocodrilo sobre el camino.
- **Bajo (B):** grietas longitudinales muy finas que van paralelas con unas pocas o ninguna, o solo muy pocas de interconexión.
- **Mediano (M):** las fisuras crecen hasta conformar un patrón o red de grietas, con pequeños desprendimientos pero muy ligeros. Este tipo de severidad se reconoce porque hay un patrón bien

definido de fallas de interconexión donde todas las piezas permanecen en su lugar de una manera relativamente segura.

- **Alto (A):** la red de fisuras ha crecido de manera que las piezas que forman dicho daño están bien definidas con desprendimiento de material, y algunas veces se observan piezas desprendidas.

La puntuación escogida para la fisura piel de cocodrilo, se debe a que ésta corresponde a una falla por fatiga y es un indicador de que la estructura del pavimento ya presenta una falla, la cual si no es tratada a tiempo y se le da el debido mantenimiento, poco a poco va ir aumentando hasta generar daños graves en la superficie de ruedo y en la estructura del pavimento, produciendo que las únicas opciones para solucionar el problema sean la rehabilitación o la reconstrucción. Por lo general, se producen destrucciones locales del pavimento que comienzan con desprendimiento de la carpeta en lugares fijos y en la rápida remoción de los materiales granulares expuestos. Cuando el fenómeno alcanza estos grados destructivos puede decirse casi con seguridad que está ligado a deficiencias estructurales en la base.

Debido a todo lo mencionado anteriormente, el cuero de cocodrilo equivale a un 20% de la escala de la figura 17.

Es importante mencionar que si durante la evaluación del camino, se encuentra uno cuyo tramo tiene una parte de una superficie pavimentada y otra en lastre, rige la que abarque mayor longitud del tramo que se esté analizando.

Cuadro 8. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido para la fisura piel de cocodrilo.

Nivel de severidad	Puntaje
Muy alto	0
Alto	5
Mediano	10
Bajo	15
Nulo	20

Fuente: Autora.

Desplazamiento de agregados

En el caso del desplazamiento de agregados, se consultó el Catálogo de Daños de las normas SIECA, y también se hizo uso del libro “Conservación de caminos: un modelo participativo, capítulo 6”, en donde se habla sobre la reposición de material.

Con la ayuda de la bibliografía mencionada anteriormente, se desarrollaron los niveles de severidad que reflejan el estado de los caminos de lastre con este daño. Dichos niveles se presentan a continuación, junto con el cuadro donde se establece la puntuación, según el estado del camino y el criterio de la persona que aplique el método de evaluación.

- **Nulo (N):** en todo el camino no hay agregado acumulado en el cordón del camino.
- **Bajo (B):** se observa una pequeña cantidad de material acumulado en el borde del camino, sin embargo, forma grandes concentraciones importantes.
- **Mediano (M):** se observa gran cantidad de material acumulado en el borde del camino, acompañado de pequeñas

deformaciones (corrugaciones) en la superficie de rueda debido a la pérdida de material.

- **Alto (A):** se observa una gran acumulación de material en el borde del camino, con presencia de baches y deformaciones considerables de la superficie de rueda, causado por desplazamiento y pérdida de agregados que componen las capas subyacentes.

La puntuación para el desplazamiento de agregados, se debe a que éste es un indicador de que si el material de la superficie de rueda se va desplazando, puede generar corrugaciones, baches y sección transversal inadecuada esto producen insatisfacción en el usuario, pues por lo general, se producen debido a la separación de los agregados de la capa de superficie, así quedan dichos agregados en estado suelto y muchas veces formando cordones a lo largo del camino. Por tales motivos y al ser un indicador de otros tipos de fallas, la puntuación para este parámetro corresponde a un 20% de la escala de estado de la figura 17, la cual se muestra en el siguiente cuadro junto con los niveles de severidad establecidos.

Cuadro 9. Puntaje utilizado para el nivel de severidad encontrado según el desplazamiento de agregados.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy alto	0
Alto	5
Mediano	10
Bajo	15
Nulo	20

Fuente: Autora.

Aplicación de la metodología propuesta

Para poder dar seguridad de que la metodología propuesta funciona, fue necesario aplicarla, siguiendo las maneras establecidas para medir cada uno de los daños que se pueden encontrar, así como el uso de los cuadros de puntuación,

para obtener más adelante las curvas de deterioro y sus posibles proyecciones.

Dentro del primer paso que se llevó a cabo fue la medición del volumen del tránsito, utilizando el formulario hecho para la metodología propuesta. Sin embargo se puede hacer uso del que brinda la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT. Es importante mencionar que los caminos para realizar las mediciones,

corresponden éstos a los que se les hizo el inventario de necesidades (ver cuadro 1).

Una vez que se logró completar el conteo de vehículos en los caminos utilizados para dicho fin, se procedió a evaluarlos según la metodología propuesta, haciendo uso del formulario elaborado para llevar a cabo dicha evaluación.

La información obtenida a través de la metodología se presenta en la sección de resultados, o también se puede revisar en el anexo 4.

Curvas de deterioro generadas a partir de la metodología propuesta

Una de las funciones de la metodología mencionada, es poder elaborar curvas de deterioro con el fin de tener un control del comportamiento del camino vecinal a través del tiempo.

Dichas curvas se obtienen mediante el puntaje calculado en el formulario-resumen, según el nivel de severidad dado para cada daño encontrado.

Cabe destacar que la metodología proporciona un valor correspondiente al grado encontrado actualmente. Sin embargo, existe una carencia de este tipo de información en las municipalidades, por tal motivo fue necesario elaborar proyecciones tanto para el volumen del tránsito como para el posible deterioro que puede tener el camino, conforme transcurre del tiempo.

Según Jaime Monge, ingeniero perteneciente a la Unidad de Gestión de Infraestructura y Proyecto de Gestión Vial Municipal del LanammeUCR, para realizar una curva de deterioro en caminos vecinales el tiempo que se recomienda es de 10 años máximo, debido al bajo nivel de tránsito que manejan muchos de los caminos vecinales y también considerando las limitaciones o la falta de una gestión adecuada por parte de las entidades encargadas del mantenimiento de los caminos.

Proyección del volumen del tránsito

Para poder proyectar el volumen del tránsito fue necesario determinar, según el conteo vehicular realizado en cada camino, el tránsito promedio diario (TPDA). Para esto se tomaron en cuenta las tres mediciones de volumen de tránsito realizadas para cada camino, obteniendo un promedio que permitiera representar la cantidad de vehículos que circulan por las vías en estudio. Los valores de TPDA se ofrecen en la sección de resultados.

También es importante mencionar que se determinó la composición del tránsito según el conteo que se llevó a cabo. Tanto la cantidad de vehículos como la composición del tránsito se muestran en la sección de resultados.

Para determinar la proyección del tránsito a diez años, se utilizó la información del tránsito promedio diario anual de la estación ubicada en Cartago, peaje de Tres Ríos. Dicha estación se tomó en cuenta debido a que se considera cercana a los caminos que se están estudiando, y además, refleja la tendencia histórica del comportamiento del tránsito. En la figura 18 se muestra el comportamiento del tránsito del año 1999 y 2007 según la información recaudada por dicha estación. Se debe mencionar que en la figura no aparecen los años 1998 y 1997. Sin embargo, se consultó un anuario estadístico del sector transporte más viejo, con el fin de obtener el TPDA de esos años.

Estación de conteo	Número de ruta	Ubicación de la estación	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	2	San José San Pedro-Curridabat, Río Puruses	34 508	34 319	39 223	39 077	45 473	46 382	42 458	84 250	85 935
2	3	Heredia 100 m después Río Virilla	30 485	31 247	38 017	36 285	42 330	43 177	37 145	44 047	44 922
3	1	San José Los Yoses	33 181	35 167	38 167	39 602	47 982	48 942	39 017	40 574	41 787
4	2	Puntarenas Entrada Paso Canoas	3 593	3 836	3 752	4 383	4 602	4 770	4 373	4 563	4 791
5	141	Alajuela El Muro, Naranjo	6 454	7 234	8 024	8 689	8 726	9 372	9 646	9 751	10 239
6	10	Cartago Juan Viñas-Turrialba, A 6 Km de J. Viñas	2 613	2 750	2 884	3 149	3 559	3 915	4 143	4 143	4 350
7	2	San José Casamata	3 264	3 391	2 973	3 160	3 241	3 465	6 821	7 031	7 242
8	1	Puntarenas 100 M. Después del Cruce de Miramar	4 184	4 328	7 053	7 896	9 576	9 672	8 404	9 181	9 640
9	1	Alajuela 100 m antes de Radial Naranjo	11 244	12 279	13 605	16 478	18 126	18 670	16 925	19 604	20 976
10	2	Cartago Peajes de Tres Ríos	30 290	33 511	35 852	38 216	41 216	43 277	35 405	40 951	42 999
11	27	San José Peaje de Escazú	29 435	30 476	33 246	42 440	56 605	58 303	58 293	71 905	75 500
12	21	Guanacaste 1 km. Antes de Ruta 150 a Nicoya	2 233	2 349	3 113	4 042	4 694	4 929	4 676	4 775	5 109
13	32	Limón Salida de Siquirres, Río Pacuare	8 082	8 638	9 607	6 223	11 511	9 890	6 083	10 803	11 343
14	32	San José Zurquí - peaje Zurquí	6 767	6 755	7 682	24 583	8 066	8 469	7 687	10 399	10 919
15	1	San José S.José -Aeropuerto, Río Segundo	44 535	48 905	53 509	63 607	65 203	73 158	67 201	79 947	83 939

Figura 18. Tránsito promedio diario (TPDA) según la estación de conteo y número de ruta.
Fuente: MOPT, Dirección de Planificación Sectorial.

Con la información de la estación de conteo en Tres Ríos, se calculó un porcentaje de crecimiento para poder estimar el tránsito en años venideros; los cálculos que permitieron obtener el porcentaje se muestran en el apéndice 1, por si se desea consultar la forma como se determinó dicho valor.

Con el porcentaje de crecimiento y el valor de TPDA obtenido por medio del conteo de vehículos, se realiza la proyección a 10 años, los cuales van del 2009 al 2019.

Proyección del deterioro de los caminos

En lo que respecta al deterioro de los caminos, en la mayoría de las municipalidades no utilizan este tipo de control, por ello se tuvo que idear una manera que permita aproximar el deterioro que se puede dar en un camino.

Para llevar a cabo esto, se analizó el comportamiento de curvas de deterioro de tramos que si han tenido un control, las cuales según la información de donde provienen, fueron elaboradas por medio de la evaluación de ciertos parámetros medibles, como el estado de superficie, ejes equivalentes, el índice de serviciabilidad (PSI) inicial, el número estructural del paquete sobre la subrasante, el módulo de resiliencia de la subrasante y los espesores de

las capas que conforman la estructura del pavimento. Las curvas de deterioro analizadas se presentan en el anexo 5, las cuales pertenecen a un trabajo de proyecto de graduación de Ingeniería Civil de la UCR, cuyo autor es Alejandro Brenes.

De igual manera que en la proyección del tránsito, se analizó el comportamiento de dichas curvas de deterioro, y, por medio, de procedimientos matemáticos sencillos (promedios y determinación de porcentajes; ver apéndice 5 con los que se explica el modo de obtención del porcentaje de deterioro), se logró un porcentaje de deterioro, que en casos como el de las municipalidades que carecen de información sobre el estado de los caminos, puede servir inicialmente para tener un control del deterioro del camino, y así poder anticipar cuándo necesita mantenimiento periódico o rutinario, o por lo menos una visita para comprobar el estado de la vía, las curvas de deterioro creadas a partir del análisis de otras y del cálculo del porcentaje de deterioro se muestra en la sección de resultados y apéndice.

Conforme se van haciendo visitas frecuentes a los caminos, y se documenta el estado de éstos, se va creando poco a poco una curva de deterioro real, que luego va a desplazar por un tiempo a la que se hizo por medio de proyecciones y aproximaciones.

Es importante destacar que el porcentaje de deterioro es lineal, el cual como se mencionó anteriormente, pero sirve de herramienta inicial para llevar un control, luego será sustituida por los valores reales.

Opinión de ingenieros acerca de la metodología propuesta

Para concluir satisfactoriamente el trabajo, fue necesario conocer la opinión de dos ingenieros que estén relacionados con caminos y el mantenimiento de éstos.

Gracias a la ayuda de Pablo Navarro, Ingeniero, perteneciente al Departamento de Catastro de la Municipalidad de La Unión, y quien ha tenido participación en los inventarios que solicita Dirección de Planificación Sectorial del

MOPT, logró conseguir una reunión con dos ingenieros de esa misma Municipalidad, el Ingeniero Marlon Pereira, encargado de la Unidad Técnica Vial y el Ingeniero Mario Portugués, encargado de las actividades de bacheo.

A cada uno de estos ingenieros se les explicó el tema del proyecto y en qué consiste la metodología de evaluación para caminos vecinales propuesta, de tal manera que ellos brindaran su opinión y posibles mejoras a ésta misma, de tal manera que pueda relacionar otros problemas o actividades que la Municipalidad pretende implantar o ya tiene, para que esta metodología funcione como un complemento a los cambios que el Municipio está tratando de hacer para ir cambiando poco a poco la administración actual, por una que se adapte a lo que establece una gestión vial.

Resultados

En la presente sección se muestran los resultados obtenidos, según los métodos utilizados para cumplir con los objetivos del trabajo.

Es importante mencionar que éstos se dan según un orden cronológico de realización. La información contenida en los siguientes cuadros y figuras, favorece conseguir el resultado más importante de todos: la obtención de la metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial. Los resultados que se corresponden a:

- Información obtenida por medio del cuestionario aplicado a las Municipalidades.

- Información obtenida a partir de la boleta de estado de camino y el inventario de necesidades aplicado a los tres caminos del cantón de La Unión.
- Resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología propuesta, en los tres caminos del cantón de La Unión.
- Desarrollo de curvas de deterioro a partir de la metodología implantada.
- Metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial.

Información obtenida por medio del cuestionario aplicado a las Municipalidades

A partir del cuestionario elaborado para ser aplicado en las distintas Municipalidades seleccionadas (Cartago, La Unión, El Guarco,

Paraíso y Oreamuno), se alcanzaron resultados importantes, los cuales se presentan a continuación:

Cuadro 10. Información sobre el volumen de tránsito (TPD) que las municipalidades deberían tener.		
Municipalidad	Información sobre el volumen de tránsito	
	Sí posee	No posee
Cartago	X	
Oreamuno		X
El Guarco	X	
La Unión	X	
Paraíso		X

Fuente: Anexo 1.

En el cuadro 10, se aprecia cuáles municipalidades cuentan con la información relacionada con el volumen de tránsito (TPD) y cuáles no, lo cual se considera un dato importante a la hora de hacer intervenciones en

los caminos vecinales. Además en la figura 19, se muestra en forma de porcentaje si la mayoría o la minoría tienen la información relacionada con el TPD.

Municipalidades con información del TPD

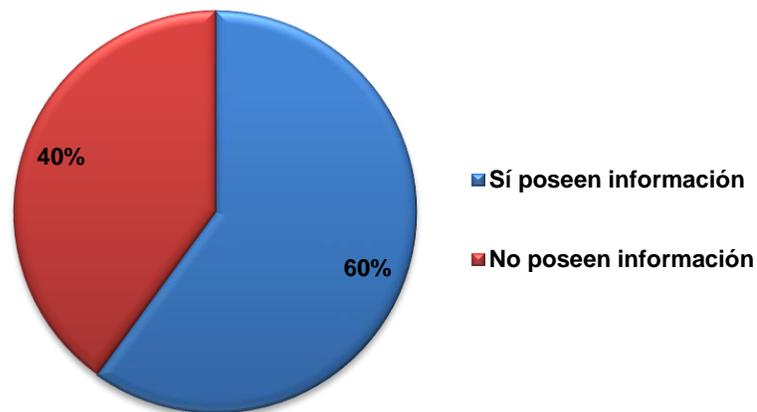


Figura 19. Porcentaje de municipalidades que poseen y no poseen información de TPD.
Fuente: Cuadro 10.

Según el cuestionario aplicado, es necesario conocer los métodos que emplean las Municipalidades para llevar a cabo el conteo de vehículos y así tener los valores de TPD para los caminos que están bajo su tutela, estos métodos

pueden ser conteo manual o automático, además la cantidad de Municipalidades que realizan el conteo o simplemente no lo hacen. Los resultados de dicho planteamiento se muestran en el cuadro 11 y en la figura 20.

Cuadro 11. Formas de medir el volumen del tránsito (TPD) utilizado por las Municipalidades en estudio.			
Municipalidad	Formas de medir el TPD		
	Conteo Manual	Conteo Automático	No realizan conteo
Cartago	X	X	
Oreamuno			X
El Guarco	X		
La Unión	X		
Paraíso			X

Fuente: Anexo 1.

Distintas maneras de medir el TPD

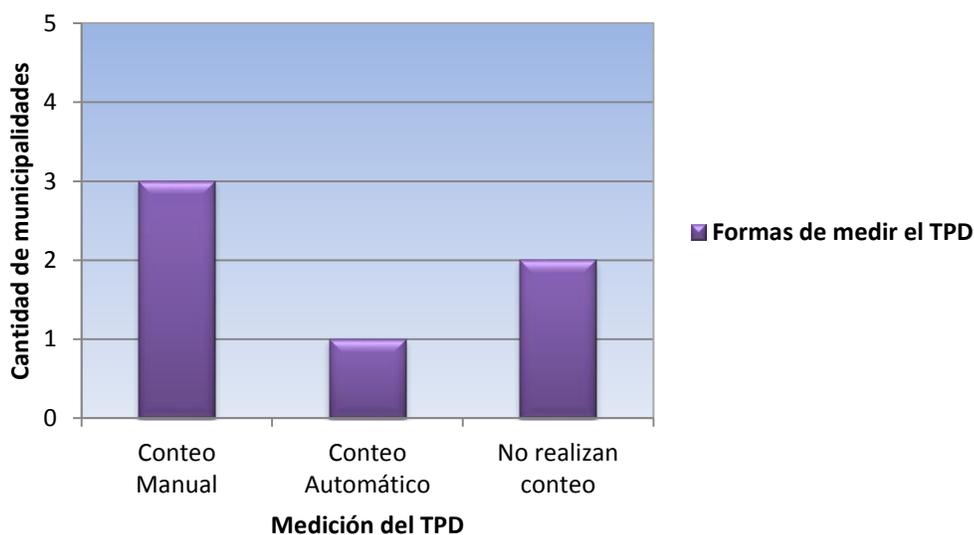


Figura 20. Cantidad de municipalidades que utilizan el conteo manual, automático o simplemente no lo realizan.
Fuente: Cuadro 11.

Es importante saber quiénes son las personas o empresas responsables de realizar la medición del tránsito vehicular en los caminos vecinales, además conocer según la Municipalidad en

estudio, quiénes llevan a cabo dicho conteo. En el cuadro 12, se muestran las personas o empresas encargadas de dicha labor, según la Municipalidad que corresponda.

Cuadro 12. Encargados de medir el volumen del tránsito según la Municipalidad en estudio.				
Municipalidad	Encargados de medir el TPD			
	Personal capacitado de la municipalidad	Empresa Consultora	Otro	No realizan conteo
Cartago	X		X	
Oreamuno				X
El Guarco	X			
La Unión	X	X		
Paraíso				X

Fuente: Anexo 1.

Cada una de las Municipalidades debe contar con un registro de información donde se consignen todos los datos relacionados con el TPD de los caminos vecinales, de tal manera que se pueda saber qué tan frecuentemente se realiza dicho conteo y la última vez que se llevó a cabo. Por tal

motivo fue necesario preguntar a las Municipalidades en estudio la frecuencia y la última ocasión en que fue medido el volumen del tránsito, lo obtenido puede observarse en el cuadro 13 y 14.

Cuadro 13. Frecuencia con que es medido el volumen de tránsito (TPD) en cada una de las municipalidades en estudio.

Municipalidad	Frecuencia con que es medido el TPD					
	Un año	Dos años	Tres años	Cuatro años	Cinco años	No realizan medición
Cartago				X		
Oreamuno						X
El Guarco	X					
La Unión					X	
Paraíso						X

Fuente: Anexo 1.

Cuadro 14. Última medición del tránsito vehicular realizada por las Municipalidades en estudio.

Municipalidad	Última medición del TPD					
	Un año	Dos años	Tres años	Cuatro años	Cinco años	No hay registros
Cartago				X		
Oreamuno						X
El Guarco		X				
La Unión					X	
Paraíso						X

Fuente: Anexo 1.

En cuanto a lo que es el mantenimiento que brindan las Municipalidades a los caminos vecinales, es importante conocer qué acciones y medidas toman en cuenta para llevar a cabo dicha actividad, o dado el caso por lo menos saber si realizan alguna. Uno de estos aspectos

considerados es tener por parte de las Municipalidades algún control que indique si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados, esta información se encuentra en el cuadro 15 que se muestra a continuación:

Cuadro 15. Información que establece si existe o no un control por parte de las Municipalidades sobre la duración esperada de los caminos.		
Municipalidad	Control sobre la duración de los caminos	
	Sí posee	No posee
Cartago		X
Oreamuno		X
El Guarco		X
La Unión		X
Paraíso		X

Fuente: Anexo 1.

En la actualidad existen métodos e inventarios que el MOPT brinda a las municipalidades para que puedan evaluar el estado de los caminos vecinales bajo su supervisión, por lo tanto, según el cuestionario aplicado, fue necesario preguntar si existe algún método que las Municipalidades

empleen para poder determinar el momento justo cuando se deba intervenir para dar un mantenimiento adecuado a dichos caminos. A continuación se muestra en el cuadro 16, la información relacionada con lo estipulado anteriormente:

Cuadro 16. Información que permite determinar si las Municipalidades utilizan algún método para dar mantenimiento a los caminos vecinales.		
Municipalidad	Utilización de métodos para dar mantenimiento a los caminos vecinales	
	Sí utilizan	No utilizan
Cartago	X	
Oreamuno	X	
El Guarco		X
La Unión		X
Paraíso		X

Fuente: Anexo 1.

Según el cuestionario, es importante conocer si las Municipalidades realizan el debido mantenimiento a los caminos vecinales, además si poseen instrumentos o maquinaria que les permita llevar a cabo dicha actividad. Debido a

esto, a continuación se presentan tanto en el cuadro 17 como en el cuadro 18, los resultados relacionados con el mantenimiento de los caminos vecinales y los instrumentos o maquinaria que tienen para hacerlo.

Cuadro 17. Municipalidades que realizan o no el mantenimiento adecuado a los caminos vecinales.		
Municipalidad	Mantenimiento de caminos vecinales	
	Sí realiza	No realiza
Cartago	X	
Oreamuno	X	
El Guarco	X	
La Unión	X	
Paraíso	X	

Fuente: Anexo 1.

Cuadro 18. Municipalidades que poseen instrumentos o maquinaria para el mantenimiento de los caminos vecinales.		
Municipalidad	Instrumentos o maquinaria para el mantenimiento	
	Sí posee	No posee
Cartago		X
Oreamuno		X
El Guarco		X
La Unión	X	
Paraíso	X	

Fuente: Anexo 1.

El mantenimiento que pueden dar las municipalidades a los caminos es variado, pues existen el rutinario, periódico o de rehabilitación, esto hace necesario conocer a través del cuestionario, el tipo de mantenimiento que realizan las Municipalidades en estudio, por lo

tanto, en el cuadro 19 se muestra dicha información, además en la figura 21 se aprecia el porcentaje de municipalidades que llevan a cabo cada uno de los tipos de mantenimiento mencionados anteriormente.

Cuadro 19. Tipos de mantenimiento que realizan las Municipalidades en estudio a los caminos vecinales.			
Municipalidad	Mantenimiento que dan a los caminos		
	Rutinario	Periódico	Rehabilitación
Cartago	X	X	X
Oreamuno			X
El Guarco	X		
La Unión			X
Paraíso		X	

Mantenimiento que brindan a los caminos vecinales

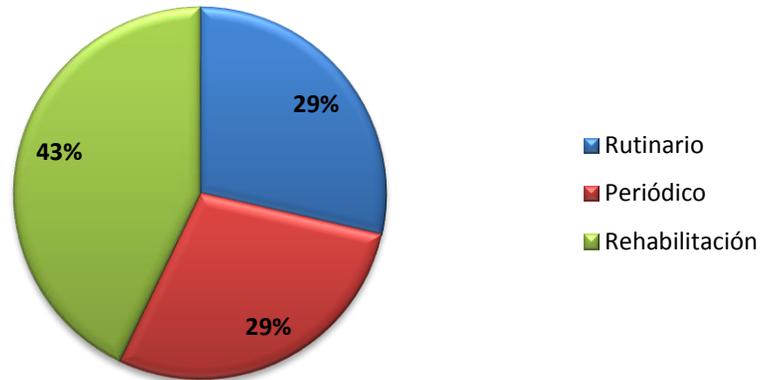


Figura 21. Porcentaje de municipalidades que realizan los distintos tipos de mantenimiento a los caminos vecinales.
Fuente: Cuadro 19.

Los caminos vecinales se deterioran conforme transcurre el tiempo, por eso muchas veces el mantenimiento se lleva a cabo cuando el camino roza un estado regular, malo o muy malo, lo cual hizo necesario conocer el momento cuando las Municipalidades intervienen para dar el mantenimiento correspondiente, dependiendo del

estado de los caminos. En el cuadro 20 se muestra el momento en que generalmente intervienen las Municipalidades para dar el mantenimiento que requieren los caminos vecinales, también se muestra en la figura 22, el porcentaje que representa el estado de los caminos cuando se llevan a cabo dichas labores.

Cuadro 20. Estados de los caminos vecinales cuando requieren mantenimiento por parte de las Municipalidades.

Municipalidad	Estado en que se encuentra el camino para poder dar mantenimiento		
	Regular	Malo	Muy malo
Cartago		X	
Oreamuno	X	X	X
El Guarco			X
La Unión		X	
Paraíso		X	

Fuente: Anexo 1.

Estado en que se encuentra el camino para poder dar mantenimiento

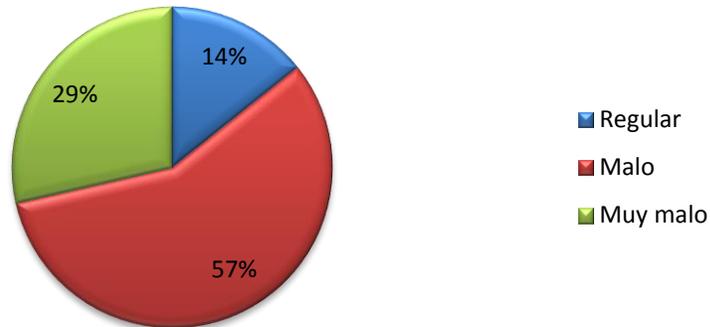


Figura 22. Porcentaje que indica el estado de los caminos a la jora de recibir mantenimiento.
Fuente: Cuadro 20.

Para dar un mantenimiento a los caminos vecinales, es necesario tener en cuenta factores como la precipitación, de tal manera que se pueda tener un sistema hidráulico adecuado y las cunetas y alcantarillas se hallarán en un estado apropiado, esto hizo necesario conocer si las

Municipalidades toman en cuenta los factores mencionados anteriormente. Dicha información se puede observar en el cuadro 21, donde se recopilaron los resultados obtenidos por medio del cuestionario.

Cuadro 21. Información sobre la precipitación para poder tomarla en cuenta en el sistema hidráulico y el mantenimiento de alcantarillas y cunetas.		
Municipalidad	Información sobre precipitación para tomarla en cuenta en el diseño hidráulico	
	Sí toma en cuenta	No toma en cuenta
Cartago	X	
Oreamuno	X	
El Guarco		X
La Unión		X
Paraíso	X	

Fuente: Anexo 1.

Muchas veces los caminos se deterioran rápidamente por falta de información relacionada con el tipo de suelo, capacidad de soporte de la subrasante y análisis de laboratorio necesarios para contar con caminos vecinales adecuados y duraderos, por tal motivo fue pertinente saber si las Municipalidades en estudio poseen dicha

información. En los cuadros 22 y 23, se presentan los resultados obtenidos por medio del cuestionario, con base en la información primordial con la cual deberían contar las Municipalidades para un buen estado de los caminos.

Cuadro 22. Información de las Municipalidades sobre si poseen o no datos sobre el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante.

Municipalidad	Información sobre tipo de suelo y capacidad de soporte de la sub-rasante	
	Sí posee	No posee
Cartago		X
Oreamuno		X
El Guarco	X	
La Unión	X	
Paraíso		X

Fuente: Anexo 1.

Cuadro 23. Información relacionada con los análisis de laboratorio que deben realizar las Municipalidades.

Municipalidad	Análisis de laboratorio para materiales de los caminos vecinales	
	Sí realiza	No realiza
Cartago	X	
Oreamuno		X
El Guarco	X	
La Unión	X	
Paraíso		X

Fuente: Anexo 1.

Información obtenida por medio del inventario de necesidades aplicado a los tres caminos del cantón de La Unión

Por medio de la aplicación del inventario de necesidades y la boleta de estado de camino a las vías escogidas para este fin, se obtuvieron resultados importante, los cuales se presentan en

los siguientes cuadros, además se puede consultar el anexo 2 con el material utilizado durante la visita a dichos caminos representados en la información que se ofrece a continuación:

Cuadro 24. Condiciones de los caminos a partir de la aplicación de la boleta de estado de camino.		
Nombre del Camino	Condición de drenaje	Condición de superficie
Yerbabuena	Regular	Regular
Carpintera	Regular	Bueno
Pizote	Regular	Malo

Fuente: Anexo 2.

En el cuadro 24, se muestra la condición del drenaje y la superficie según la boleta de estado del camino, correspondiente a una evaluación

inicial, es decir, antes de que ocurra alguna mejora en el camino, para prolongar la vida útil de éste.

Cuadro 25. Actividades requeridas para mejorar el estado de la calle Yerbabuena.	
Cantidad	Actividades para mejorar el estado del camino
1	Limpieza mecanizada de cuneta
2	Limpieza de cuneta a mano
3	Chapea a mano
4	Bacheo mayor
5	Limpieza de alcantarillas
6	Reparación de cunetas
7	Construcción de cunetas
8	Ampliación derecho de vía
9	Asfalto

Fuente: Anexo 3.

En el cuadro 25, se muestran las actividades que se requieren para darle al camino (calle Yerbabuena) una condición que se considere satisfactoria, con el fin de mejorar el tránsito de los vehículos. Es importante destacar que muchas de las actividades mencionadas se

repite según el inventario realizado, pues depende de la estación y de la observación realizada. De la misma manera, en los cuadros 26 y 27, se presentan las actividades necesarias para mejorar la calle Carpintera y Pizote de acuerdo con el inventario aplicado.

Cuadro 26. Actividades requeridas para mejorar el estado de la calle Carpintera.	
Cantidad	Actividades para mejorar el estado del camino
1	Limpieza de cuneta mecanizada
2	Bacheo menor
3	Bacheo mayor
4	Relastrado
5	Limpieza de alcantarillas
6	Reparación de cabezales

Fuente: Anexo 3.

Cuadro 27. Actividades requeridas para mejorar el estado de la calle Pizote	
Cantidad	Actividades para mejorar el estado del camino
1	Chapea a mano
2	Construcción de cunetas
3	Asfalto
4	Relastrado
5	Conformación

Fuente: Anexo 3.

En el cuadro 28, se muestran ciertas observaciones importantes en los caminos de Yerbabuena, Carpintera y Pizote, adicionales a

las actividades encontradas con el inventario de necesidades y la boleta de estado del camino.

Cuadro 28. Observaciones adicionales sobre los caminos a los que se les aplicó el inventario de necesidades.	
Nombre del camino	Observaciones adicionales
Yerbabuena	Se observó que todo el camino recorrido carece de señalización horizontal
Carpintera	El puente sobre el río Lacra, necesita reparación, pues carece de baranda en uno de sus lados
Carpintera	Falta señalización horizontal. Además debido a la erosión del terreno, muchas de las tuberías de agua potable quedaron al descubierto

Fuente: Anexo 3.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 23. Daños encontrados en el camino Yerbabuena: (a) Bache ubicado a un costado de Praxair; (b) Cunetas que necesitan limpieza y chapea; (c) Cuneta completamente obstruida con basura y piedras de gran tamaño; (d) Bacheo mal ejecutado con destrucción de bordes; (e) Alcantarilla abandonada y obstrucción de cuneta; (f) Pérdida de la carpeta asfáltica en un tramo de la vía, quedando el material de la base al descubierto con la posterior pérdida del mismo.
Fuente: Autora.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 24. Daños encontrados en el camino Carpintera: (a) Acumulación de agua que perjudica la estructura de pavimento; (b) Uno de los tantos baches encontrados; (c) Cuneta que necesita limpieza y chapea; (d) Parte del camino en donde se muestra material de gran tamaño; (e) Reconstrucción de cabezal y limpieza; (f) Parte del camino donde se evidencia la gran falta de mantenimiento.
Fuente: Autora.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 25. Daños encontrados en el camino Pizote: **(a)** Cuneta con acumulación de sedimentos en su interior; **(b)** Tramo del camino donde se observa el fin de la carpeta asfáltica y el inicio del camino en lastre; **(c)** Sección del camino completamente destruido; **(d)** Tramo de camino en lastre en un estado adecuado **(e)** Cuneta obstruida con vegetación.
(Fuente: Autora.

Datos obtenidos a partir de la aplicación de la metodología de evaluación propuesta

Una parte importante de este proyecto fue probar la metodología de evaluación, propuesta para demostrar qué funciona y qué se puede aplicar para obtener los resultados a partir de la utilización de ésta.

En los siguientes cuadros se muestran los promedios de los niveles de severidad, según las

estaciones de 500m recorridas, así como la cantidad de vehículos contabilizados y la composición del tránsito. Además, si se quieren revisar todos los niveles de severidad por estación y por cada parámetro para determinar el estado del camino, se puede consultar ésta información en el anexo 4.

Cuadro 29. Datos obtenidos a partir de la metodología de evaluación aplicada al camino Yerbabuena.							
Parámetros Valores	Estado superficie de ruedo	Estado del sistema de drenaje	Cambio de la velocidad promedio de circulación	Baches		Problemas superficiales	
				Caminos paviment.	Caminos no paviment.	Piel de cocodrilo	Pérdida de agregado
Promedio	R	B	B	N	-	M	-
Puntaje asignado	15	20	10	15	-	10	-
Puntaje Total	70						

Fuente: Anexo 4.

Cuadro 30. Datos obtenidos a partir de la metodología de evaluación aplicada al camino Carpintera.							
Parámetros Valores	Estado superficie de ruedo	Estado del sistema de drenaje	Cambio de la velocidad promedio de circulación	Baches		Problemas superficiales	
				Caminos paviment.	Caminos no paviment.	Piel de cocodrilo	Pérdida de agregado
Promedio	B	R	MB	B		M ⁵	M
Puntaje asignado	20	15	15	10		10	-
Puntaje Total	70						

Fuente: Anexo 4.

⁵ En problemas superficiales rige la falla piel de cocodrilo con respecto de la pérdida de agregado, pues gran parte del camino es de pavimento.

Cuadro 31. Datos obtenidos a partir de la metodología de evaluación aplicada al camino Pizote.							
Parámetros Valores	Estado superficie de rueda	Estado del sistema de drenaje	Cambio de la velocidad promedio de circulación	Baches		Problemas superficiales	
				Caminos paviment.	Caminos no paviment.	Piel de cocodrilo	Pérdida de agregado
Promedio	R	R	M	N	B*	A	M*
Puntaje asignado	15	15	3	-	10	-	10
Puntaje Total	53						

*En los promedios que poseen asterisco sucede lo mismo que se explicó en la referencia del cuadro 30.

Fuente: Anexo 4.

Cuadro 32. Cantidad de vehículos promedio contabilizados en el camino Yerbabuena y composición del tránsito.		
Vehículos	Ambas Direcciones	%
Automóviles	255	72,6%
Carga liviana	27	7,6%
Motocicletas	21	5,9%
Buses	35	10,1%
Camiones(C2)	12	3,3%
Camiones(C3)	1	0,2%
Trailers(T2-S2)	0	0,0%
Trailers(T3-S2)	0	0,0%
Trailers(T3-S3)	0	0,0%
Trailers(T3-S4)	1	0,3%
Especial	0	0,0%
Tractor	0	0,0%
Total	351	100,0%

Cuadro 33. Cantidad de vehículos promedio contabilizados en el camino Carpintera y composición del tránsito.

Vehículos	Ambas Direcciones	%
Automóviles	661	74,0%
Carga liviana	68	7,6%
Motocicletas	50	5,6%
Buses	74	8,3%
Camiones(C2)	37	4,2%
Camiones(C3)	3	0,3%
Trailers(T2-S2)	0	0,0%
Trailers(T3-S2)	0	0,0%
Trailers(T3-S3)	0	0,0%
Trailers(T3-S4)	0	0,0%
Especial	1	0,1%
Tractor	0	0,0%
Total	893	100,0%

Cuadro 34. Cantidad de vehículos promedio contabilizados en el camino Pizote y composición del tránsito.

Vehículos	Ambas Direcciones	%
Automóviles	761	70,2%
Carga liviana	167	15,4%
Motocicletas	72	6,6%
Buses	46	4,2%
Camiones(C2)	34	3,1%
Camiones(C3)	1	0,1%
Trailers(T2-S2)	0	0,0%
Trailers(T3-S2)	0	0,0%
Trailers(T3-S3)	0	0,0%
Trailers(T3-S4)	0	0,0%
Especial	0	0,0%
Tractor	3	0,3%
Total	1084	100,0%

Cuadro 35. Tránsito promedio horario y tránsito promedio diario en ambos sentidos, según el camino evaluado.		
Camino	Tránsito Promedio Horario	Tránsito Promedio Diario (TPDA)
Yerbabuena	117	1404
Carpintera	298	3573
Pizote	361	4335

Crecimiento vehicular y curvas de deterioro a partir de la metodología de evaluación propuesta

Cuando se ha aplicado la metodología de evaluación para caminos vecinales, se obtiene un puntaje total que permite saber el estado de la vía en estudio, según lo observado durante el recorrido realizado. Además se prepararon ciertas proyecciones que se usaron para observar

el deterioro del camino, conforme transcurre el tiempo y aumenta el volumen del tránsito.

En los siguientes cuadros y figuras, se muestran las proyecciones del tránsito vehicular, las curvas de deterioro aproximadas y las curvas aproximadas que muestran el estado del camino conforme transcurre el tiempo.

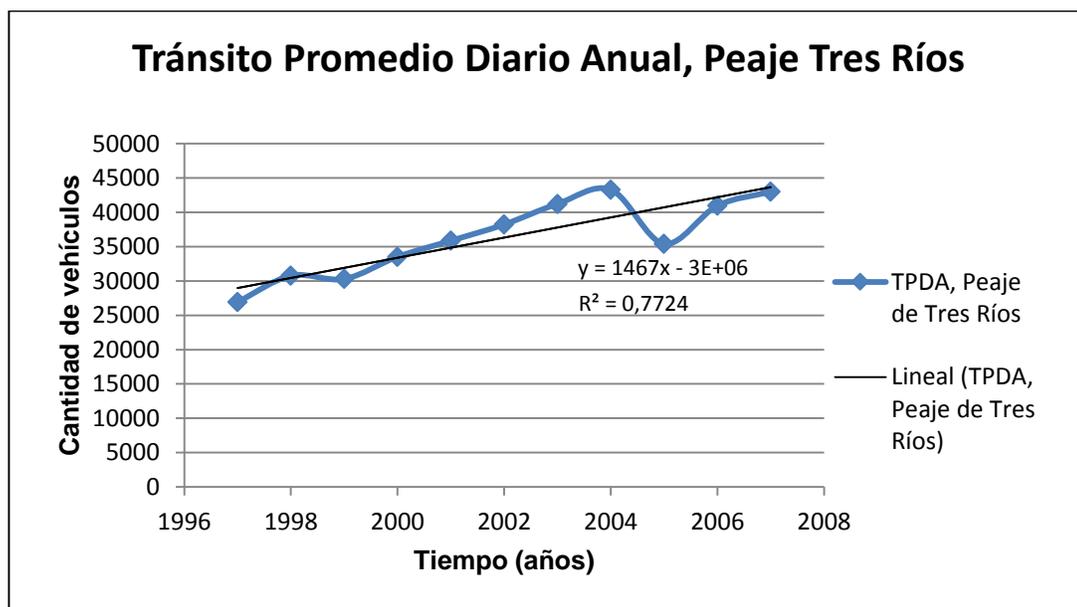


Figura 26. Proyección lineal del crecimiento vehicular según la estación de conteo, peaje Tres Ríos.
Fuente: Apéndice 1.

Cuadro 36. Porcentaje de crecimiento y deterioro anuales.		
Porcentaje Proyecciones	De crecimiento	De deterioro
Volumen de tránsito	5,22	-
Estado del camino	-	4,40

Fuente: Apéndice 1 y 5.

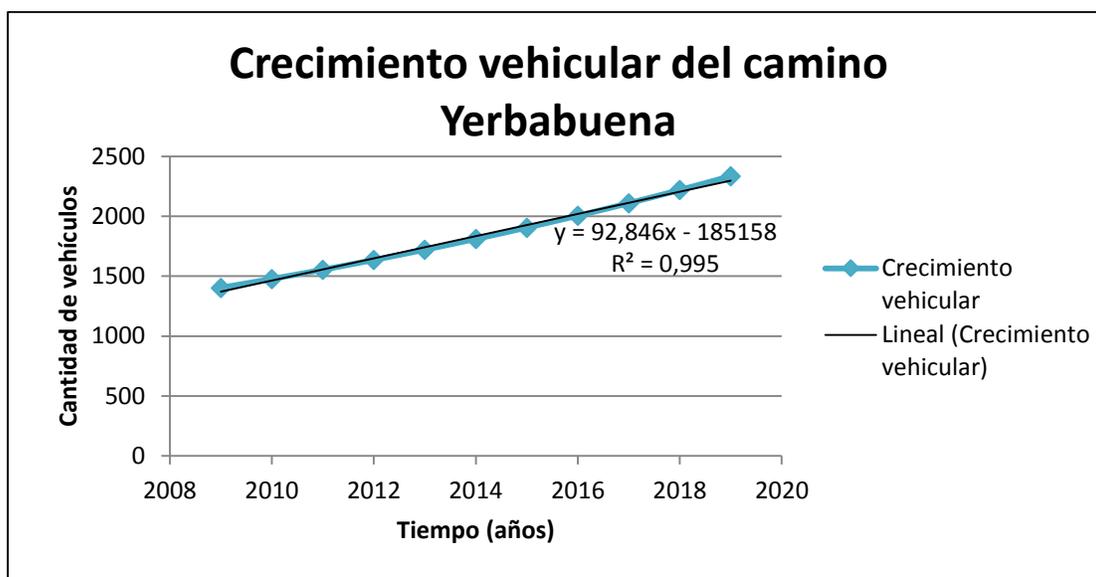


Figura 27. Proyección lineal del crecimiento del tránsito vehicular para el camino Yerbabuena.
Fuente: Apéndice 2.

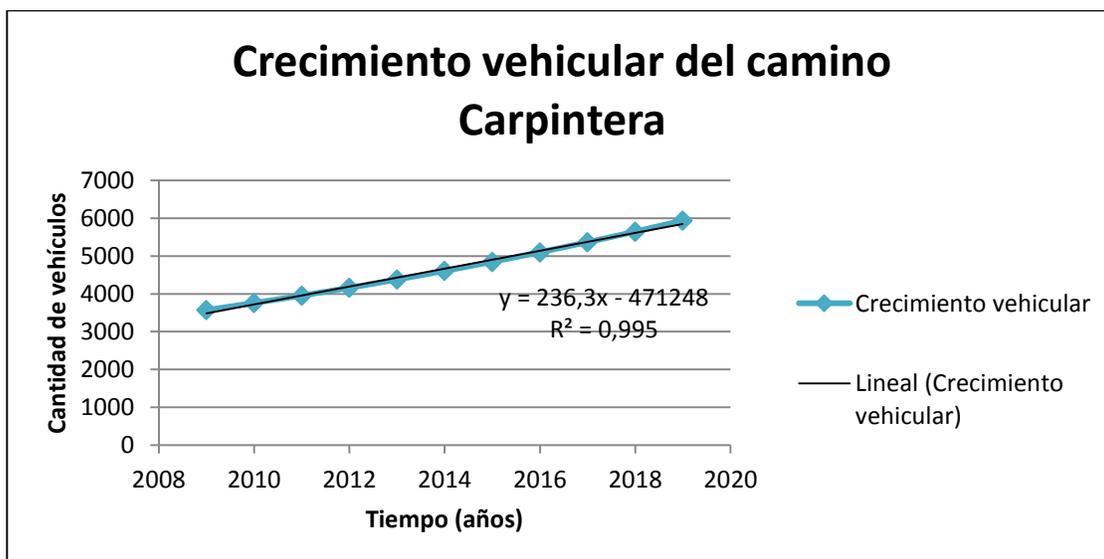


Figura 28. Proyección lineal del crecimiento del tránsito vehicular para el camino Carpintera.
Fuente: Apéndice 3.

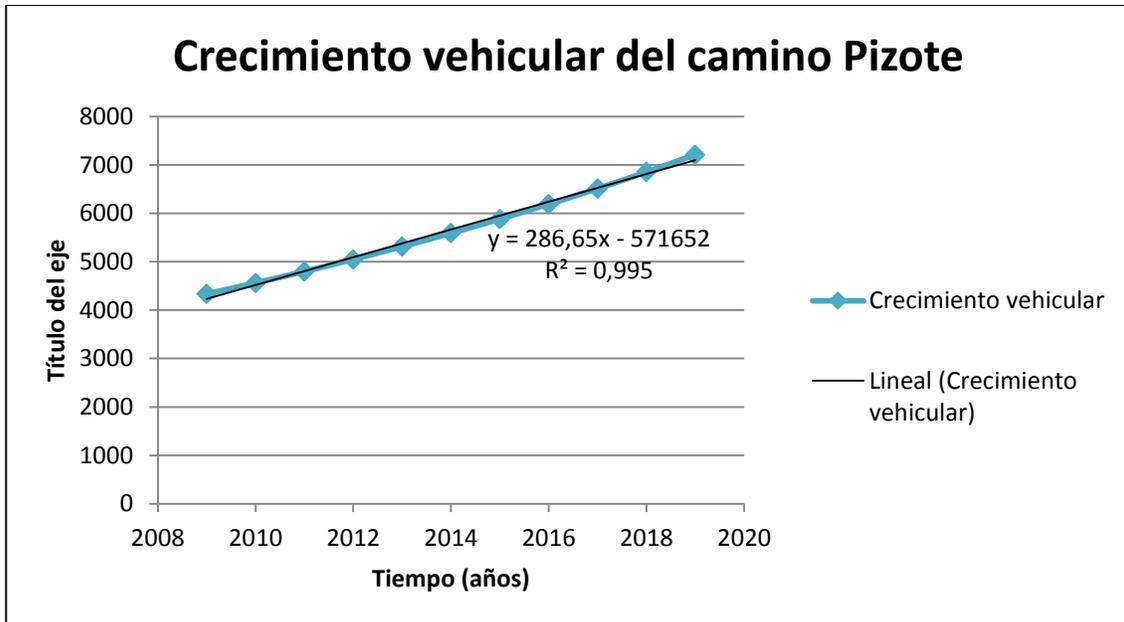


Figura 29. Proyección lineal del crecimiento del tránsito vehicular para el camino Carpinteira.
Fuente: Apéndice 4.

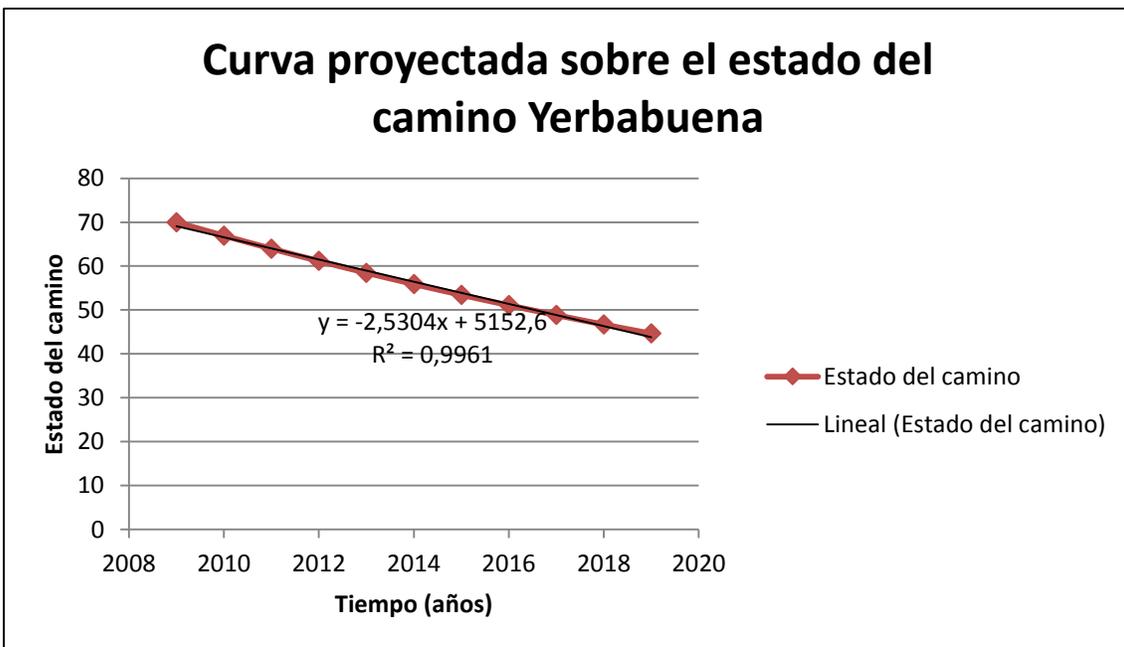


Figura 30. Proyección lineal que muestra el estado del camino Yerbabuena.
Fuente: Apéndice 2.

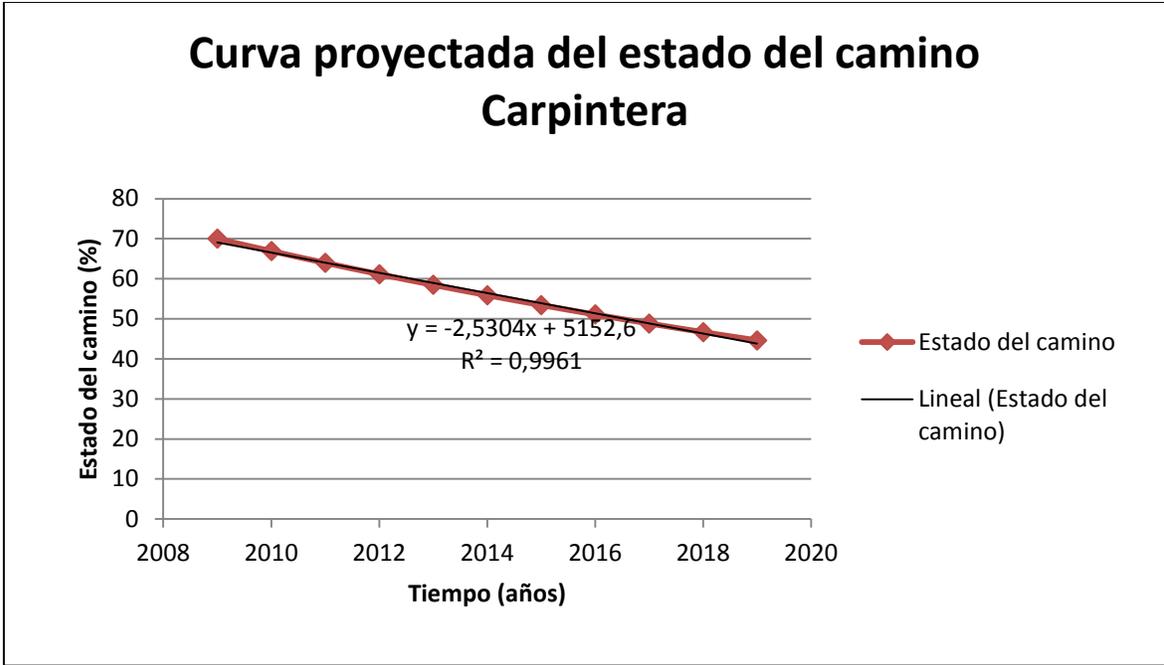


Figura 31. Proyección lineal de la curva del estado del camino Carpintera.
Fuente: Apéndice 3.

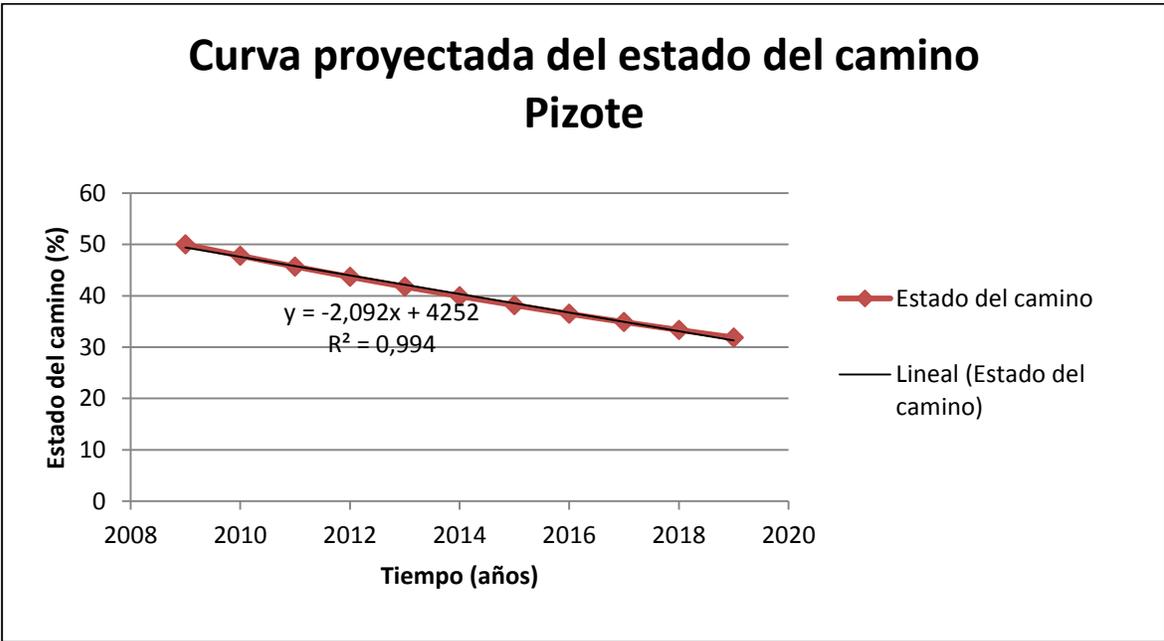


Figura 32. Proyección lineal de la curva del estado del camino Pizote.
Fuente: Apéndice 4.

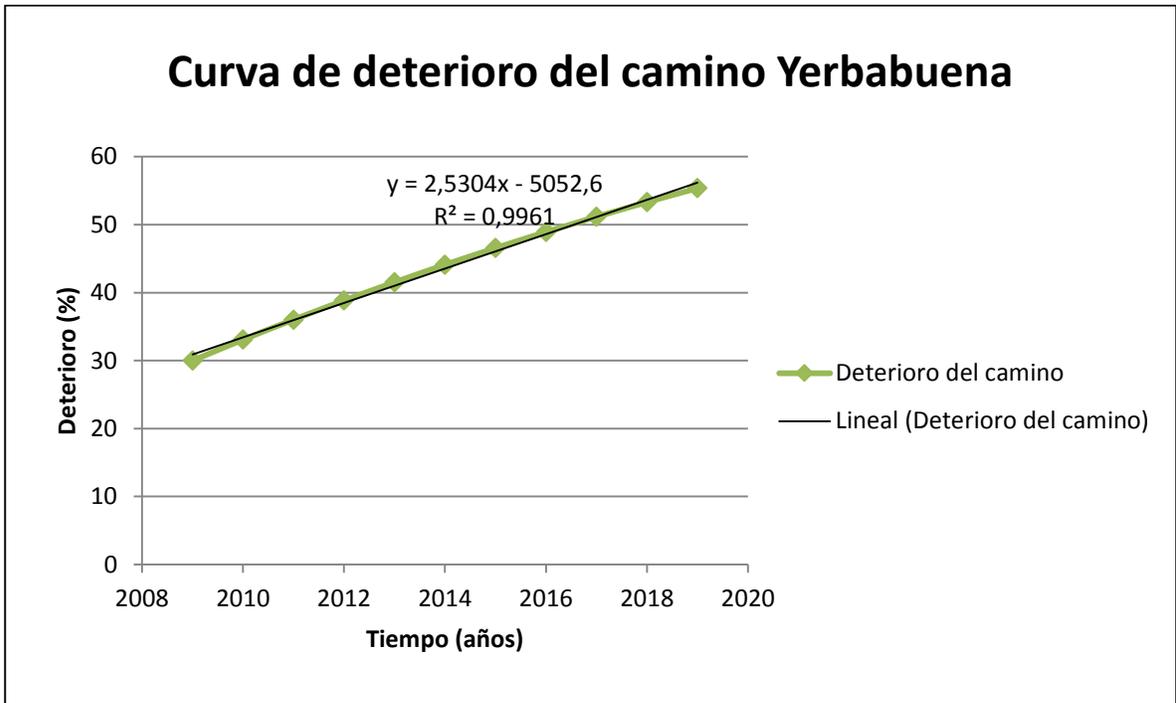


Figura 33. Proyección lineal de la curva de deterioro del camino Yerbabuena.
Fuente: Apéndice 2.

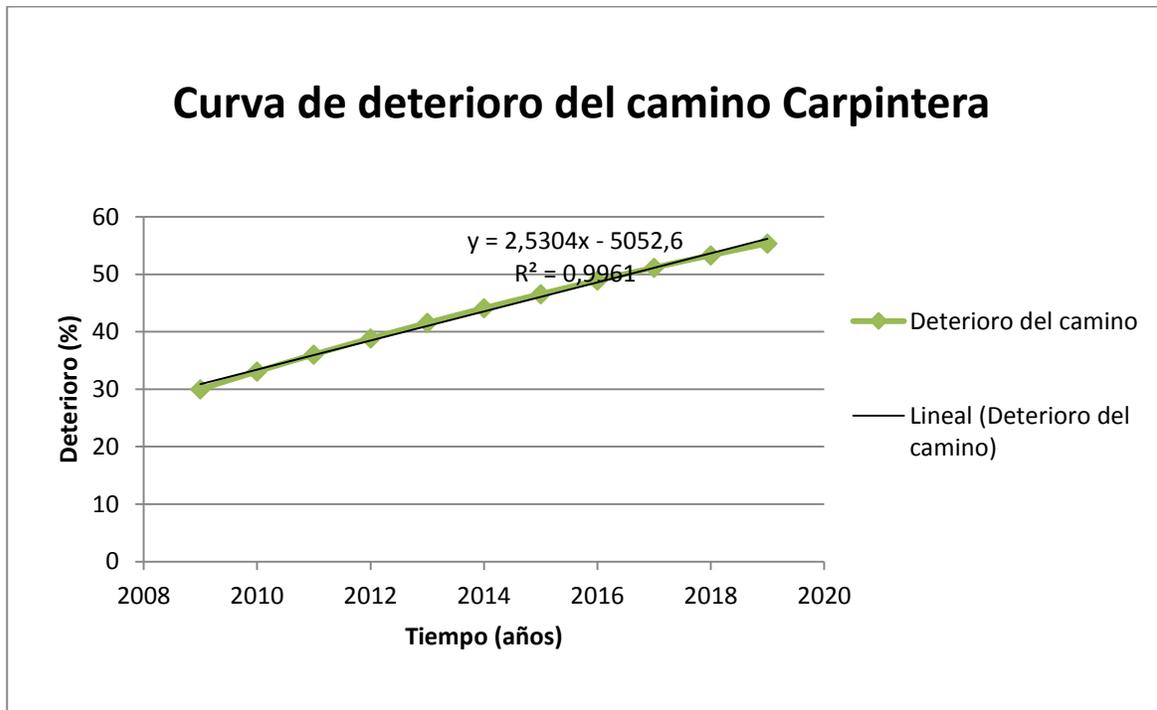


Figura 34. Proyección lineal de la curva de deterioro del camino Carpintera.
(Fuente: Apéndice 3.

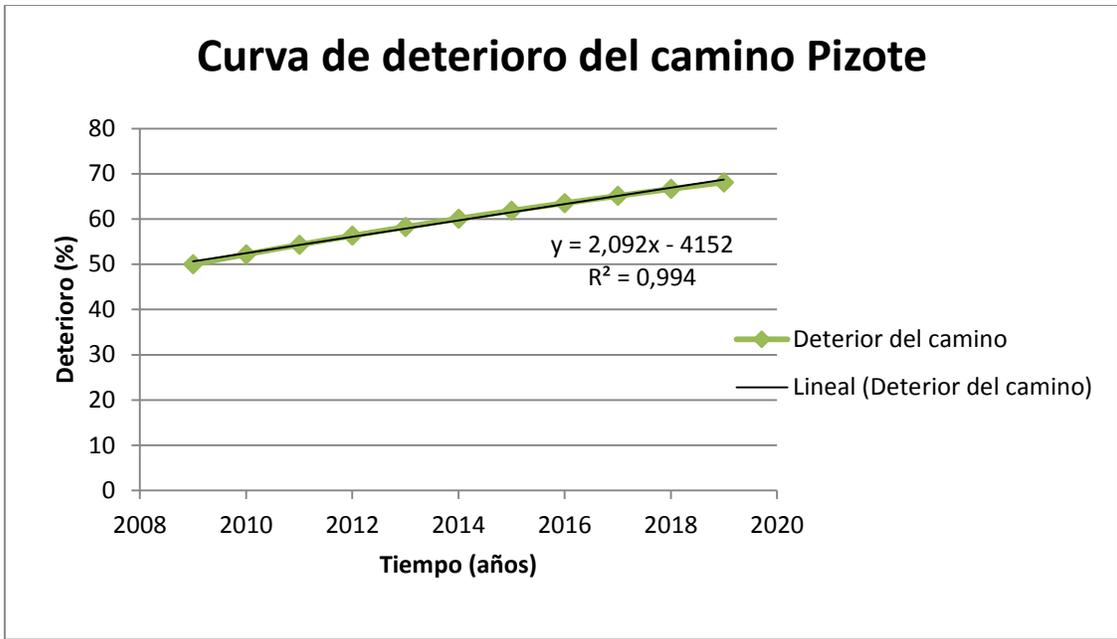


Figura 35. Proyección lineal de la curva de deterioro del camino Pizote.
Fuente: Apéndice 4.

Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal para la conservación vial

Estado de la superficie de ruedo

Descripción:

Es la capa superior de la superficie del camino o de la carretera, sobre la cual circulan o transitan los vehículos. El estado de la superficie es fácil de percibir por el conductor, ya que puede experimentar una sensación al recorrer el camino, el cual va ir cambiando por efecto del clima, el tránsito y la falta de medidas de conservación.

Posibles causas de falla:

El estado de la superficie de ruedo puede deteriorarse por muchas razones, entre ellas se encuentra una mala pendiente transversal (bombeo) del camino o la carretera lo que origina el estancamiento del agua en ciertas secciones de la superficie, fisuras y grietas que permiten la filtración del agua en las capas subyacentes, deformaciones, entre otros.

Posibles soluciones:

Dependiendo de la severidad encontrada en el camino vecinal en estudio, las soluciones pueden ser muy variadas, dentro de las cuales se pueden mencionar algunas de las siguientes actividades por ejecutar:

- Verificar la pendiente transversal del camino, de tal manera que se logre evitar el estancamiento del agua en la superficie de ruedo.
 - Bacheo profundo o superficial tanto para caminos pavimentados como no pavimentados.
 - Reconstrucción del camino vecinal, si así lo requiere.
 - Sellado en áreas agrietadas en superficies asfálticas con la aplicación de asfalto líquido y agregado fino, para evitar la entrada del agua superficial.
 - Conformación de la superficie de ruedo en caminos pavimentados y no pavimentados.
-

Niveles de severidad:

Según la percepción del conductor, el estado de la superficie de ruedo se puede clasificar según los siguientes niveles de severidad:

- **Muy malo (MM):** la superficie de rodamiento presenta graves defectos en la estructura, es decir, se encuentra muy deteriorada lo que hace que dicho camino vecinal requiera de una reconstrucción inmediata. También la velocidad promedio de circulación se ve bastante reducida.
 - **Malo (M):** el camino vecinal presenta una superficie irregular y con baches muy frecuentes, ello hace que el camino requiera de una rehabilitación, además la velocidad promedio de circulación se ve reducida.
 - **Regular (R):** el camino vecinal presenta poco deterioro, lo único que requiere es de un mantenimiento rutinario o periódico en el cual no haya necesidad de demoler la estructura existente.
 - **Bueno (B):** Superficie libre de defectos importantes, con presencia de baches e irregularidades pequeñas, los cuales no afectan la velocidad de circulación.
 - **Muy bueno (MB):** caminos vecinales nuevos o que por su condición se consideran nuevos, posee una superficie lisa y libre de baches e irregularidades.
-

Medición:

Se realiza una medición cada 500m, de tal manera que no se haga una sola vez en la totalidad del camino, sino más bien que se realice por secciones, ya que muchas veces el camino vecinal puede tener tramos que se encuentran en buenas condiciones pero existen otros en los que la historia es diferente, lo cual hace necesario tener una evaluación cada 500m.

Fotos⁶:

Puntaje según el nivel de severidad:

Cuadro 37. Puntaje utilizado de acuerdo con el nivel de severidad establecido según el estado de la superficie de ruedo.

Nivel de severidad	Puntaje
Muy malo	0
Malo	8
Regular	15
Bueno	20
Muy bueno	25

Fuente: La autora.

⁶ Fuente: la autora; y la foto superior derecha del libro "Ingeniería de caminos rurales".

Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal para la conservación vial

Estado del sistema de drenaje

Descripción:

El drenaje superficial tiene la función de eliminar el agua que proviene de la superficie de rodamiento por medio del bombeo, hasta llegar a unas estructuras especiales (cunetas y alcantarillas), que transportan el agua a un lugar que no interfiera con el buen funcionamiento de la estructura del camino vecinal. Si hay un buen sistema de drenaje, se puede evitar la saturación de la superficie de rodamiento y prolongar la vida útil del camino.

Posibles causas de falla:

Las causas que pueden perjudicar el estado del sistema de drenaje son muy diversas, entre ellas se encuentra un inadecuado bombeo el cual produce que el agua no sea evacuada adecuadamente, la inexistencia de cunetas y obstrucción de éstas, falta de mantenimiento a las cunetas y alcantarillas, entre otros.

Posibles soluciones:

Para solventar los problemas relacionados con el sistema de drenaje y dependiendo de la severidad de ésta, a continuación se presentan algunas actividades de mantenimiento (rutinario y periódico) que pueden servir para mejorar las condiciones del sistema de drenaje:

- Limpieza de espaldones, cunetas y contracunetas.
 - Limpieza de alcantarillas.
 - Limpieza de cabezales.
 - Reparación de alcantarillas, cunetas y cabezales.
 - Construcción de cunetas, alcantarillas y cabezales.
 - Verificación de la pendiente transversal.
-

Niveles de severidad:

De acuerdo con el estado observado del sistema de drenaje, se puede clasificar según los siguientes niveles de severidad:

- **Muy malo (MM):** el agua escurre libremente por la superficie de rodamiento, sin tener una estructura que recolecte las aguas, es decir, no hay cunetas.
 - **Malo (M):** la existencia de cunetas y alcantarilla es casi nula y las pocas que existen se encuentran gravemente dañadas o están cubiertas de maleza u obstruidas en su totalidad.
 - **Regular (R):** hay existencia de cunetas y alcantarillas, sin embargo, están obstruidos entre un 25 y 50% de su sección transversal o hay presencia de maleza, esto hace necesaria una limpieza.
 - **Bueno (B):** gran parte de la sección recorrida posee alcantarillas y cunetas que aparentemente funcionan bien y se encuentra en su gran mayoría limpias.
 - **Muy bueno (MB):** las cunetas y alcantarillas del tramo evaluado se encuentran bastante limpias y en buen estado.
-

Medición:

Se recomienda evaluar el estado de las cunetas y alcantarillas cada 500m, de modo que no se dé una opinión general del camino, sino que se pueda evaluar cada cierta distancia, ya que pueden existir secciones donde hay un buen sistema de drenaje y otras veces se da el caso en que más bien las secciones analizadas carecen de un sistema adecuado.

Fotos⁷:

Puntaje según el nivel de severidad:

Cuadro 38. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido al sistema de drenaje.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy malo	0
Malo	8
Regular	15
Bueno	20
Muy bueno	25

⁷ Fuente: la autora; y la foto superior izquierda del libro "Ingeniería de caminos rurales".

Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal para la conservación vial

Cambio de la velocidad promedio de circulación

Descripción:

Cada camino se ha construido permitiendo una velocidad, para la cual fue diseñado (si es que hubo un diseño previo). Estas velocidades dependen de la topografía del lugar, del volumen de tránsito y la clasificación del camino.

Posibles causas de falla:

La reducción de la velocidad promedio de circulación se debe principalmente al estado de la superficie de rodamiento, ya que pueden existir baches, grietas y deformaciones importantes que hacen necesario que el conductor deba disminuir la velocidad con el fin de producir un menor impacto al vehículo.

Posibles soluciones:

Dentro de las actividades que se pueden realizar para evitar la reducción de la velocidad promedio de circulación se pueden mencionar:

- Bacheo profundo o superficial de la superficie de ruedo.
 - Conformación de la superficie de rodamiento.
 - Renovación de la superficie de ruedo.
 - Reconstrucción del camino vecinal.
 - Rehabilitación del camino vecinal.
 - Sellado de grietas.
 - Tratamiento superficial.
-

Niveles de severidad:

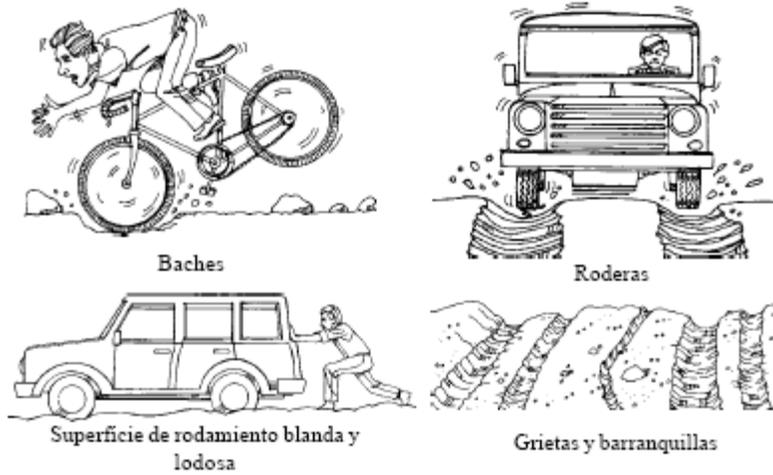
Según la variación de la velocidad, se presentan a continuación los niveles de severidad:

- **Muy malo (MM):** velocidad promedio de circulación menor a los 10km/h.
 - **Malo (M):** velocidad promedio de circulación entre 10 y 20km/h.
 - **Regular (R):** velocidad promedio de circulación entre 21 y 30km/h.
 - **Bueno (B):** velocidad promedio de circulación entre 31 y 40km/h.
 - **Muy bueno (MB):** velocidad promedio de circulación mayor a 40km/h.
-

Medición:

Se recomienda evaluar la variación de la velocidad promedio de circulación cada 500m, de modo que no se dé una opinión general del camino, sino que se pueda evaluar cada cierta distancia, pues pueden existir secciones donde no haya cambios significativos en la velocidad de circulación, así como también presentarse tramos en los que sí se reduzca considerablemente.

Foto⁸:



Puntaje según el nivel de severidad:

Cuadro 39. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido a la variación de la velocidad promedio de circulación.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy malo	0
Malo	3
Regular	7
Bueno	10
Muy bueno	15

Fuente: La autora.

⁸ Fuente: libro "Ingeniería de caminos rurales".

Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal para la conservación vial

Cantidad de baches en caminos pavimentados y no pavimentados

Descripción:

Es una cavidad producida por la desintegración de la superficie de rodamiento, la cual puede extenderse a otras capas del pavimento, formando cavidades de bordes y profundidades irregulares.

Posibles causas de falla:

Las causas que originan este tipo de daño son muy variadas. En el caso de los baches en caminos con pavimento asfáltico por lo general se deben a fundaciones y capas inferiores inestables, defectos constructivos, retención de agua, entre otros. En caminos no pavimentados ocurre generalmente por corrugaciones, ahuellamiento, entre otros. Tanto para caminos pavimentados como no pavimentados, el volumen de tránsito, el clima y las características de los materiales también influyen en la formación de este daño.

Posibles soluciones:

Según la severidad relacionada con la cantidad de baches existentes en un tramo de la vía, se pueden llevar a cabo distintas actividades para recuperar el buen estado del camino vecinal, dentro de las cuales se encuentran:

- Bacheo manual y mecanizado en lastre.
 - Bacheo profundo y superficial en caminos pavimentados.
 - Rehabilitación y reconstrucción del camino.
 - Renovación de la superficie de rodamiento (reaplicación de grava en caminos no pavimentados y agregar una o más capas adicionales en caminos pavimentados).
-

Niveles de severidad:

De acuerdo con la cantidad de baches encontrados en el camino vecinal, la severidad del daño se puede clasificar de la siguiente manera:

- **Muy Alto (MA):** sección de carretera que debido al descuido y al ensanchamiento y profundidad de los baches, se hace intransitable dicho tramo, es decir, ya no se puede contabilizar la cantidad de baches. (Ver fotografía)
 - **Alto (A):** de 30 o más baches contabilizados en 500m de camino recorrido.
 - **Mediano (M):** de 10 a 29 baches contabilizados en 500m de camino recorrido.
 - **Bajo (B):** de 1 a 9 baches contabilizados en 500m de camino recorrido.
 - **Nulo (N):** no se contabilizó ningún bache en 500m de camino recorrido.
-

Medición:

Se recomienda contabilizar la cantidad de baches encontrados en tramos de 500m en ambos sentidos del camino, de tal manera que no se haga de forma general, sino que se pueda tomar en cuenta las secciones que poseen pocos o muchos baches.

Foto⁹:



Puntaje según el nivel de severidad:

Cuadro 40. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido a la cantidad de baches encontrados en la vía.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy alto	0
Alto	3
Mediano	7
Bajo	10
Nulo	15

Fuente: La autora.

⁹ Fuente: la autora.

**Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal
para la conservación vial**

Fisura piel de cocodrilo

Descripción:

Es una serie de fisuras interconectadas, que forman polígonos irregulares con ángulos agudos. El fisuramiento inicia en la parte inferior de la capa asfáltica, donde debido al tránsito que circula por el camino hace que las fisuras se propaguen a la superficie como fisuras longitudinales que luego por la repetición se interconectan formando la piel de cocodrilo. Conforme pasa el tiempo e influye el tránsito, el clima, el agua, entre otros, poco a poco el agrietamiento se transforma en bache.

Posibles causas de falla:

Este tipo de falla se debe principalmente por las cargas repetidas del tránsito en la capa asfáltica, por asentamientos debidos a una mala compactación y también puede darse por una base y subbase saturadas. El fisuramiento hallado indica que el pavimento ya no tiene capacidad estructural y su vida útil ha llegado a su fin.

Posibles soluciones:

Dependiendo de la severidad de la falla de piel de cocodrilo que se encuentre durante la evaluación del camino, se puede actuar para solventar dicha falla realizando las siguientes actividades:

- Bacheo profundo.
 - Bacheo superficial.
 - Sello asfáltico.
-

Niveles de severidad:

Para poder dar un rango de severidad a este tipo de daño, a continuación se presentan los niveles que facilitan evaluar el camino vecinal según lo observado.

- **Nulo (N):** no se encontró indicios o fallas ya desarrolladas de cuero de cocodrilo sobre el camino.
 - **Bajo (B):** grietas longitudinales muy finas que van paralelas con unas pocas o ninguna o solo muy pocas de interconexión.
 - **Mediano (M):** las fisuras crecen hasta conformar un patrón o red de grietas, con pequeños desprendimientos pero muy ligeros. Este tipo de severidad se reconoce porque hay un patrón bien definido de fallas de interconexión donde todas las piezas permanecen en su lugar de una manera relativamente segura.
 - **Alto (A):** la red de fisuras ha crecido de manera que las piezas que forman dicho daño están bien definidas con desprendimiento de material y algunas veces se observan ellas desprendidas.
-

Medición:

Para este tipo de falla, se recomienda reportarla inmediatamente que se observa, pues se pueden encontrar caminos donde no hay indicios ni presencia de este tipo de daño, así como hay otros donde abunda. Se pretende una evaluación general en los 500m que componen el tramo en análisis, ya que muchas veces esta falla abarca gran parte de la superficie de rodamiento o tiene una longitud bastante considerable. Esta falla aplica para todo tipo de superficie con pavimento asfáltico en la totalidad del tramo o más de la mitad sea de dicho material.

Fotos¹⁰:

Puntaje según el nivel de severidad:

Cuadro 41. Puntaje utilizado para el nivel de severidad establecido para la fisura cuero de cocodrilo.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy alto	0
Alto	5
Mediano	10
Bajo	15
Nulo	20

Fuente: La autora.

¹⁰ Fuente: Norma ASTM 5340.

Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal para la conservación vial

Desplazamiento de agregados

Descripción:

Es la separación de los agregados de la capa de superficie, produce que los agregados queden en estado suelto formando cordones a lo largo del camino.

Posibles causas de falla:

Este daño se produce por la acción del tránsito sobre capas de superficie que no poseen finos plásticos, además otra causa de esta falla es una estabilización inadecuada del material. El daño se intensifica cuando las partículas no tienen angulosidad, esto produce que el tránsito desplace los agregados gruesos a la orilla del camino y eventualmente estos materiales se pierdan debido a que son arrastrados por efectos del agua de lluvia u otros factores.

Posibles soluciones:

Para poder solucionar el daño en la superficie dada la pérdida de agregados, se pueden realizar las siguientes actividades:

- Reposición de material, cuando la estructura de la vía posea espesores menores a 15cm.
 - Conformación de la superficie de ruedo para mantenerla y evitar la pérdida de finos.
 - Relastrado de la superficie de ruedo.
-

Niveles de severidad:

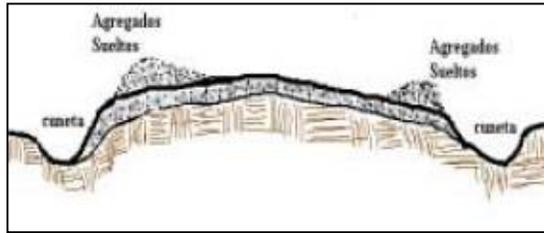
De acuerdo con la altura que tenga la acumulación de agregados en la orilla del camino, dicho daño se puede clasificar según los siguientes niveles de severidad:

- **Nulo (N):** en todo el camino no hay agregado acumulado en el cordón del camino.
 - **Bajo (B):** se observa una pequeña cantidad de material acumulado en el borde del camino, sin embargo, éste no forma grandes concentraciones importantes.
 - **Mediano (M):** se aprecia gran cantidad de material acumulado en el borde del camino, acompañado de pequeñas deformaciones (corrugaciones) en la superficie de ruedo debido a la pérdida de material.
 - **Alto (A):** se percibe una gran acumulación de material en el borde del camino, con presencia de baches y deformaciones considerables de la superficie de ruedo, causada por desplazamiento y pérdida de agregados que componen las capas subyacentes.
-

Medición:

La pérdida de agregados se mide según el nivel de severidad encontrado, con ello se pretende que se haga una evaluación general, dependiendo de la presencia de esta falla en el tramo de 500m del camino analizado, hasta completar la longitud total de éste. Cabe destacar que esta falla aplica siempre y cuando el tramo sea completamente de lastre, o que más de la mitad lo sea.

Fotos¹¹:



Puntaje según el nivel de severidad:

Cuadro 42. Puntaje utilizado para el nivel de severidad encontrado según el desplazamiento de agregados.	
Nivel de severidad	Puntaje
Muy alto	0
Alto	5
Mediano	10
Bajo	15
Nulo	20

Fuente: La autora.

¹¹ Fuente: Catálogo de daños, normas SIECA.

**Metodología de evaluación de caminos de la red vial cantonal
para la conservación vial**

Volumen de tránsito

Descripción:

El análisis del volumen de tránsito es uno de los factores más importantes, pues a partir de él se puede predecir el daño que se puede llegar a generar en el camino pavimentado o no pavimentado. También permite un control del crecimiento vehicular a través del tiempo y conocer la composición del tránsito.

Posibles causas de falla:

Este procedimiento de conteo vehicular, puede fallar debido a la falta de interés de las instituciones encargadas de los caminos vecinales en conocer la cantidad de vehículos que transitan sobre una vía.

Medición:

El tránsito promedio diario se mide a una hora en que el flujo vehicular es importante, por tal motivo se recomienda hacer tres conteos en días hábiles de trabajo y temporada de curso lectivo de 6:00a.m a 9:00a.m, de tal manera que la información obtenida refleje de una forma más adecuada el tránsito vehicular que circula por el camino en estudio, y así contar con un crecimiento más confiable. El TPDA es una actividad que se recomienda hacerla frecuentemente, una o dos veces al año, preferiblemente que sea la primer opción mencionada.

Análisis de resultados

Estado y mantenimiento de los caminos brindado por las Municipalidades

Los caminos vecinales están en manos de las municipalidades y éstos tienen que velar por el mantenimiento y el buen estado de los caminos que están bajo su jurisdicción.

Según el cuestionario aplicado a las Municipalidades de Oreamuno, Paraíso, El Guarco, La Unión y Cartago, se pudo recopilar información importante con respecto de las labores de mantenimiento que realizan y cómo administran las actividades y procesos relacionados con los caminos.

Análisis del tránsito

En el cuadro 10, se puede apreciar las Municipalidades que poseen datos sobre el volumen del tránsito. En lo que respecta al Municipio de Oreamuno y Paraíso, no cuentan con información relacionada con el volumen del tránsito de los caminos vecinales que pertenecen a cada uno de estos cantones. En cambio, las Municipalidades restantes (Cartago, La Unión y El Guarco), sí tienen este tipo de información. Ello quiere decir que de una muestra de cinco municipalidades, el 60% cuenta con datos de TPDA y el 40% carece de ella (ver figura 19).

Los Municipios que realizan el conteo de vehículos, lo realizan en su mayoría de manera manual. Sin embargo, el cantón de Cartago también utiliza contadores automáticos, esto se ve reflejado en el cuadro 11.

Es importante destacar que el cantón de La Unión, últimamente ha estado realizando conteos con equipo que ha prestado el LanammeUCR

para dicha labor, esto le ha permitido actualizar u obtener información del volumen de tránsito de los caminos vecinales bajo su jurisdicción. Este conteo según se documentó en la información obtenida por medio del cuestionario es manual, sin embargo, a raíz de los convenios y la ayuda del LanammeUCR, la Municipalidad ha podido solicitar el equipo necesario para realizar conteos automáticos en otros caminos.

El hecho de que los tres municipios cuenten con este tipo de información refleja que se han preocupado por conocer el volumen de tránsito de los caminos vecinales, así poder tener información útil que les permita llevar un control del estado de los caminos en función del crecimiento vehicular para determinar adecuadamente las medidas necesarias para dar un mantenimiento rutinario y periódico, o en otros casos realizar una rehabilitación o reconstrucción basados en las necesidades y características de los caminos. Además, según el cuadro 12, las entidades que hacen los conteos, por lo general, cuentan con personal capacitado de la Municipalidad para llevar a cabo dicha labor, aunque muchas veces también contratan o realizan convenios con empresas consultoras u otras instituciones como es el caso del LanammeUCR, para ejecutar los conteos respectivos.

En los cuadros 13 y 14 se aprecia la frecuencia con que las Municipalidades realizan los conteos y la última vez que lo hicieron respectivamente. Según los cuadros mencionados, el cantón de El Guarco la última vez que llevó a cabo un conteo fue hace dos años y el período de frecuencia con que lo ejecuta es cada año, En el caso del Municipio de La Unión, la última vez que fue medido el TPDA fue hace cinco años y la frecuencia también es de cinco años, lo cual manifiesta que hay un lapso muy grande entre cada medición y eso no es recomendable, pues se pretende que las Municipalidades los hagan frecuentemente para poder observar el comportamiento del tránsito a

través de los años, influyendo así en el mantenimiento (periódico y rutinario) y el diseño en el caso de una rehabilitación o reconstrucción, sin embargo, esto se ha venido corrigiendo, de tal manera que para este año se han actualizado varios datos de los caminos en cuanto al TPDA, para un conocimiento de las capas que conforman la estructura del pavimento, mediciones del IRI, entre otros, gracias a la ayuda brindada por el LanammeUCR. En lo que respecta al cantón de Cartago, éste realiza el conteo vehicular cada cuatro años, lo cual indica que hay un período bastante significativo entre la última vez que se hizo el conteo y el nuevo, la idea de mantener un control sobre el volumen del tránsito es observar el comportamiento vehicular conforme transcurre el tiempo, para así tomar las decisiones adecuadas en cuanto a las actividades necesarias para tener los caminos en buen estado.

Mantenimiento

En el cuadro 15, se muestra que todas las Municipalidades carecen de información o documentos que indiquen si los caminos han tenido la duración esperada para el cual fueron diseñados (si es que hubo un diseño previo), ello indica que en dichas entidades hay una gran falta de control de los caminos.

Según el cuadro 16, los únicos dos Municipios que cuentan con algún tipo de método para saber el estado de los caminos y dar mantenimiento a éstos, son el cantón de Oreamuno y Cartago. En lo que respecta al primero de ellos, se guía básicamente en función del comportamiento de las aguas pluviales en los caminos de lastre y para caminos pavimentados al igual que los de lastre, identifican el daño únicamente con el deterioro de la superficie de ruedo. Al igual que Oreamuno, el cantón de Cartago se guía por medio del estado de la superficie de rodamiento y cuando los vecinos se quejan del pésimo estado de los caminos, hace alguna reparación.

En el cuadro 17, se muestra que todas las Municipalidades realizan las labores adecuadas de mantenimiento, sin embargo, sólo los Municipios de La Unión y Paraíso cuentan con algún tipo de maquinaria para ejecutar dichas actividades para poder mejorar los caminos (ver cuadro 18).

Dentro de los tipos de mantenimiento que ejecutan las entidades encargadas de los caminos son variados, en el caso de la Municipalidad de Cartago ésta efectúa los tres tipos de mantenimiento (rutinario, periódico y rehabilitación); la de Oreamuno y La Unión brindan rehabilitación, la de El Guarco y Paraíso dan mantenimiento rutinario y periódico respectivamente (ver cuadro 19). En la figura 21 se muestra que sólo el 43% de las Municipalidades escogidas atienden rehabilitación, pues un 29% es para periódico y otro 29% para rutinario, esto indica que la mayoría de los caminos de los cantones se hallan en un estado completamente malo para que estén recibiendo este tipo de mantenimiento (rehabilitación), así se refleja el abandono y la falta de interés muchas veces de mantener los caminos en condiciones óptimas.

Cuando las Municipalidades dan mantenimiento a los caminos de su jurisdicción, por lo general lo llevan a cabo cuando dichas vías se encuentran en un estado malo, según se aprecia en el cuadro 20, lo cual genera una contradicción en algunos casos con el tipo de mantenimiento efectuado por las Municipalidades. Por ejemplo, en el caso de El Guarco, el tipo de brindado por la Municipalidad es rutinario, esto hace pensar que dicho cantón posee una red vial cantonal, en su mayoría, en buen estado. Sin embargo, el mantenimiento de los caminos se hace en una etapa donde el estado es muy malo. Esto da a entender que dicho Municipio sólo se concentra en los caminos considerados principales, dejando de lado a otros, que por falta de inspección y mantenimiento (ya sea periódico o rutinario), se van deteriorando con el transcurso del tiempo y además por la repetición de cargas sobre el camino.

En el cuadro 21, se muestra que únicamente las Municipalidades de Cartago, Oreamuno y Paraíso toman en cuenta la precipitación para el buen funcionamiento del sistema hidráulico, esto facilita revisar los diseños hidráulicos de drenajes y alcantarillados, de tal manera que se pueda evitar la erosión de los caminos vecinales y así prevenir futuros daños.

Materiales

En el cuadro 22, se aprecia que las únicas dos entidades con información relacionada con el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante son El Guarco y La Unión, lo cual indica que sí se preocupan por realizar los ensayos de laboratorio adecuados para obtener las características y propiedades necesarias que les permita tomar decisiones adecuadas en la manera de actuar ante una rehabilitación o reconstrucción y si los suelos requieren de algún tipo de mejoramiento si son débiles o una sustitución para brindar un mejor soporte; en el caso de una obra nueva es necesario tomarlas en cuenta para elaborar un diseño que incluya todos estos aspectos y permita obtener como resultado un camino duradero, siempre y cuando no se olviden las actividades de mantenimiento.

En lo que respecta a los otros tres Municipios, hay uno de ellos que sí realiza análisis de laboratorio para adquirir dicha información, a parte de El Guarco y La Unión, que es Cartago, como se puede apreciar en el cuadro 23. En cambio los otros dos municipios que carecen de datos sobre el suelo, la capacidad soportante y realización de ensayos de laboratorio, demuestran que no se le ha dado importancia a esta información tan valiosa, la cual facilita que a la hora de actuar para mejorar un camino, se escojan los materiales y actividades necesarias para garantizar una estructura de pavimento adecuada. Sin embargo, la Municipalidad de Oreamuno hizo énfasis en que hasta hace poco pudo hacer conciencia a la Junta Vial Cantonal, de la importancia de realizar dichos ensayos de laboratorio, pues de esta forma se pueden escoger los materiales adecuados para la rehabilitación o reconstrucción de los caminos vecinales, así se conoce mejor el comportamiento de los suelos, y se garantiza una vida útil más prolongada.

Administración

La administración que lleva cada uno de los Municipios visitados en cuanto a lo que es materia vial, tiene algunas similitudes unas con otras. Sin embargo, cada una de ellas tiene su forma de realizarlo, tal vez no sea el procedimiento más adecuado ni se ajuste a una

gestión vial, pero es la única con la cuenta por el momento.

Municipalidad de Oreamuno

En lo que respecta a la administración de los caminos vecinales, dicha Municipalidad la realiza por distrito, es decir, analizan la situación de cada uno de los caminos que pertenecen al distrito en estudio, por medio de recorridos, de tal manera que a los caminos que necesitan urgentemente de mantenimiento se les da prioridad, conformando la superficie de ruedo y limpiando los drenajes.

En cuanto a lo que es el plan de acción que ayuda a dicha administración, la ingeniera se refirió a que aplican o siguen el inventario y diagnóstico de la Red Vial (Métodos de Priorización de las Redes).

También mencionó que la Municipalidad interviene en la administración de los caminos vecinales cuando ocurre una emergencia (derrumbe o bloqueo del camino), según la necesidad de los vecinos, pues muchos de ellos llegan a solicitar que se le dé el mantenimiento adecuado a los caminos, debido a que están en muy mal estado y, por último, interviene si el camino vecinal puede funcionar como una ruta alterna para eliminar un poco el tránsito de aquellos caminos que son considerados rutas principales.

En lo que respecta a la toma de decisiones relacionadas con los caminos vecinales, intervienen la UTGV (Unidad Técnica de Gestión Vial), la Junta Vial Cantonal, el Alcalde y, por último, los Síndicos.

Actualmente la Municipalidad está llevando a cabo ciertas actividades que están solucionando de alguna manera la situación de los caminos vecinales, una de ellas es que están conformando las rutas de lastre, las cuales sirven como vías alternas, se están llevando a cabo proyectos de canalización y obra pluvial, también se está comprando material adecuado para la conformación de la superficie de ruedo, además se están contratando ciertas empresas para realizar proyectos que ayuden a rehabilitar el paso en caminos considerados principales.

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos que la Municipalidad de Oreamuno está llevando a cabo para solventar las necesidades de dicho cantón en cuanto a los caminos vecinales, es

importante mencionar adicionalmente que está atrasada en relación con la información sobre el volumen del tránsito, debido a que no posee ningún dato que pueda mejorar los métodos que se aplican para el mantenimiento de caminos. Para solventar esta falta de documentación la Municipalidad a entablado conversación con el LanammeUCR para que por medio de ella se pueda realizar el conteo automático de algunos de los caminos que dicha Municipalidad pretende atender o rehabilitar, de tal manera que ya se vaya obteniendo información para crear una base de datos relacionada con el volumen de tránsito de los caminos vecinales.

Por último, cabe destacar que la Municipalidad de Oreamuno se basa en el CR-77 para construir y dar mantenimiento a los caminos vecinales y también aplica lo que dice la Ley N°8114

Municipalidad de Paraíso

Dicha Municipalidad administra los caminos vecinales por distrito, considerando la información suministrada por los vecinos de la zona y los Síndicos con sus respectivos Comités de Caminos.

En lo que respecta al plan que utilizan para ayudar a la administración de los caminos, menciona que se usa el Plan Operativo Anual, el cual consiste en definir las necesidades por distrito de tal manera que se les pueda asignar recursos técnicos y económicos.

También mencionó que la Municipalidad interviene en la administración de los caminos vecinales utilizando el equipo municipal, por medio de la colaboración de la comunidad, y con recurso económico según la Ley N°8114.

La toma de decisiones para poder intervenir en los caminos vecinales corresponde a los vecinos de los lugares afectados, pues informan de la situación actual de los caminos, también intervienen los Síndicos de los distritos, el Alcalde y, por último, el Ingeniero.

Actualmente la Municipalidad está tratando de solucionar el problema de los caminos vecinales en mal estado, formando Comités de Caminos, llevando a cabo inspecciones técnicas, realizando convenios con el MOPT y el LanammeUCR.

Cabe destacar que la misma Municipalidad comentó que mucho no se ha hecho de la forma

como corresponde, debido a que antes no interesaba tanto el mantenimiento y buen funcionamiento de los caminos vecinales, sin embargo, la meta actual de dicha Municipalidad es tratar de concienciar a la comunidad, síndicos, alcalde, entre otros, de la importancia de brindar un buen mantenimiento a los caminos vecinales, pues el objetivo de la Municipalidad no es sólo construir y crear nuevas vías, sino también conservar los caminos en buen estado para así poder satisfacer las necesidades de quienes los utilizan y se benefician de ellos.

También mencionó que la prioridad de los caminos se asigna según el índice del inventario y diagnóstico de la Red Vial. Además dicha Municipalidad no posee información reciente del volumen del tránsito de los caminos vecinales, lo único actualmente es un inventario correspondiente al año 2000, donde hay información del tipo de suelo de la zona donde se encuentran los caminos vecinales.

Dicha Municipalidad también se basa en la Ley N°8114 y en el CR-77 para dar mantenimiento y construir caminos.

En cuanto a lo que son las decisiones relacionadas con cuál camino brindar mantenimiento y a cuál no, se comentó que es difícil ya que muchas veces está de por medio el interés político de ciertas personas que influyen en la toma de decisiones.

Municipalidad de El Guarco

La Municipalidad de El Guarco administra los caminos vecinales utilizando la Ley N°8114 y por distrito, dependiendo de la prioridad que éste tenga.

En cuanto al plan que emplea para ayudar a la administración posee una planificación por medio de los índices de Viabilidad Técnico Social del MOPT. La forma como interviene la Municipalidad para la administración de los caminos vecinales es de acuerdo con los índices que indique el formulario de Viabilidad Técnico Social del MOPT.

La toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales se hace por medio de lo que indiquen y reflejen los índices mencionados, mientras que la toma de decisiones para ver si se interviene o no está en manos de la Junta Vial Cantonal integrada a lo interno de la Municipalidad.

Actualmente, la Municipalidad de El Guarco está llevando a cabo los estudios pertinentes y las visitas a las rutas que conforman la red vial cantonal de El Guarco para poder evaluar los caminos según los índices del Inventario y Diagnóstico de la Red Vial, además se están conformando algunas de las rutas en los caminos vecinales por medio de la Unidad Técnica.

Municipalidad de La Unión

Dicha Municipalidad administra los caminos vecinales de acuerdo con los inventarios realizados por ella misma y su capacidad de mantenimiento.

En lo que respecta al plan que ayuda a la administración, se guía con la Ley N°8114, con convenios con empresas privadas y públicas, así como con las comunidades que están involucradas.

La Municipalidad interviene en la administración de los caminos según indique la Junta Vial Cantonal, de igual manera esta Junta decide e influye sobre lo que se deban hacer para poder intervenir en el mantenimiento de los caminos vecinales.

Actualmente, la Municipalidad de La Unión está trabajando en la reparación de caminos, por parte de lo que indique la Ley N°8114.

Es importante mencionar que está tratando de hacer pruebas y convenios con el LanammeUCR. Además, el ingeniero destacó que la comunidad trabaja en conjunto con ella, en el cual este último brinda la maquinaria y parte del material que falta a las comunidades, para que ellas realicen las labores de mantenimiento.

Municipalidad de Cartago

Para la administración de los caminos vecinales la Municipalidad está elaborando un plan de mantenimiento anual y quinquenal que va a regir a partir del 2010. Dicho plan va a ayudar a generar un sistema de gestión vial, el cual se convertirá en una nueva herramienta que ayude a la administración de los caminos vecinales.

La Municipalidad interviene en la administración de los caminos vecinales, en primera instancia realizando una inspección "in situ", luego según el manual de daños de la

Norma SIECA verifica qué tan deteriorada está la superficie de rodamiento y, por último, se le asigna la cantidad de dinero a invertir según la necesidad.

En lo que respecta a la forma cómo se decide y quién influye en la toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales, según lo que indica el ingeniero, esto se hace mediante sesiones de Junta Vial Cantonal, donde se proponen los proyectos y se define acorde con el presupuesto y la inversión correspondiente a los caminos.

Actualmente la Municipalidad está tratando de solventar el problema relacionado con los caminos vecinales en mal estado por medio de la aplicación adecuada del inventario vial de necesidades, dando prioridad al camino según el TPD (Tránsito Promedio Diario) y la producción (Agro-industrial) y, por último, según el financiamiento disponible (Ley N°8114, fondos municipales, donaciones, entre otros).

Es importante mencionar, que la Municipalidad de Cartago realiza un diseño adecuado del camino, es decir, completo (diseño pluvial, estudios de suelo, capacidad de soporte de la subrasante, entre otros) según la importancia, magnitud y si la ruta por construir o dar mantenimiento corresponde a una vía alterna que sirva para reducir el número de vehículos que circulan en otras rutas.

También está tratando de establecer convenios con el LanammeUCR, de tal manera que así se pueda llevar un mejor control del volumen del tránsito de los caminos y también para realizar pruebas que permitan establecer el estado de los caminos.

Además, la municipalidad está intentado incorporar comités compuestos por representantes de las comunidades, de tal manera que este último pueda trabajar conjuntamente con la municipalidad. Sin embargo, a pesar de que dichos comités todavía no se han creado, la Municipalidad en algunos casos presta la maquinaria que ocupan ciertas comunidades que se organizaron para tomar en sus propias manos, las labores de mantenimiento de los caminos que les interesan, ya sea si son una vía de acceso a su residencia, fuentes de producción o trabajos.

Otro logro de la municipalidad de Cartago es que creó un manual de control de calidad basado especialmente en la experiencia de algunos ingenieros. Además, se quiere implantar un

manual para realizar un mantenimiento adecuado de los caminos, pues muchas veces cuando requieren realizar esta labor en algunos caminos, deben visitar zonas como Pérez Zeledón y Turrialba para informarse un poco de lo que es el mantenimiento y conservación vial de los caminos, dado que éstos lugares se encuentran dentro del programa MOPT-KFW.

Inventario de necesidades de los caminos del cantón de La Unión

Según el inventario de necesidades aplicado a los caminos Yerbabuena, Carpintera y Pizote, se lograron identificar las posibles fallas que alteran y deterioran el nivel de servicio de la ruta.

En el cuadro 24, se muestra la condición de drenaje y de la superficie, según lo observado y percibido durante el recorrido de cada uno de los caminos. De acuerdo con esa información en lo que respecta a la condición de drenaje los tres caminos se evaluaron con una condición regular debido al estado encontrado. En el caso del camino Yerbabuena hay muchos tramos donde las cunetas estaban obstruidas o con vegetación en su alrededor como se aprecia en la figura 23 (b) y (c), provoca la acumulación de agua que poco a poco se filtra en la estructura del pavimento y causa serios daños que se presentarán en un futuro no muy lejano, también existían partes donde no había presencia de cunetas, ni siquiera de alcantarillas o donde hicieron el intento pero dejaron el material abandonado (ver figura 23, (e)).

En lo que respecta al camino Carpintera, se encontró agua acumulada, cunetas con vegetación, erosión de materiales y alcantarillas obstruidas, lo cual se aprecia en la figura 24, (a), (c), (e) y (f).

En el camino Pizote es importante mencionar que gran parte de la ruta poseía cunetas, sin embargo, debido a la erosión, mucho del material del camino y de la zona se acumuló en las cunetas, lo cual es desfavorable para el camino pues llegará un momento en que hay tanto material depositado que la cuneta pierde su función y el agua circulará por secciones de la vía

donde no lo debería hacer, perjudicando así la superficie de rodamiento y otros elementos, también se encontró vegetación en los alrededores de ésta, esto se puede observar en la figura 25, (a), (b) y (c).

También en el cuadro 24, se puede apreciar que en lo que respecta a la condición de la superficie, el estado de la superficie de ruedo es distinto para cada uno de los caminos visitados. En el camino Yerbabuena se determinó que la condición de superficie es regular, pues a pesar de que poseía una sección de aproximadamente 1km que estaba recién asfaltado no abarcaba la longitud total de éste, pues, conforme el camino se aleja del centro del cantón de La Unión las condiciones cambiaban, por ejemplo la presencia de baches era cada vez más frecuente que en ocasiones el conductor se viera obligado a disminuir la velocidad de circulación.

En el camino Carpintera, la condición es buena a pesar de que hay un tramo de 300m aproximadamente, donde es bastante difícil la circulación de vehículos debido a la falta de mantenimiento evidente, lo cual se aprecia en la figura 24, (d) y (f). Sin embargo, el camino está en una condición aceptable, donde la velocidad de ruedo no es necesario disminuirla y la presencia de baches es muy poca, lo cual no afecta la circulación de los vehículos.

En el camino Pizote la condición de la superficie es mala, pues hay grandes deformaciones debido a irregularidades producidas por el agua, también presenta baches de gran tamaño y extensos, donde los vehículos disminuyen la velocidad casi por completo para afectar lo menos posible al vehículo y evitar elevar los costos de operación, esta problemática se aprecia en la figura 25, (c).

En los cuadros 26, 27 y 28 se muestran las soluciones a las deficiencias encontradas en los caminos en estudio. Es importante mencionar que la mayor parte de las actividades por mejorar el estado de los caminos corresponden a labores de mantenimiento rutinario que deben efectuarse cada dos o tres meses según el libro "Conservación de caminos: Un modelo participativo", dichas actividades son la chapea, limpieza de cunetas, bacheo menor, bacheo mayor, conformación de la superficie y limpieza de alcantarillas. En cuanto a las demás actividades como construcción y reparación de cunetas, reparación de cabezales y recarpeteo asfáltico son labores que se realizan cada cierto

período según corresponda (de 1 a 3 años, según indica el libro “Conservación de caminos: Un modelo participativo”), las cuales permiten renovar la condición del pavimento sin alterar la estructura de las capas subyacentes.

Éstas son actividades que como mínimo la Municipalidad debe realizar para mantener los caminos en buen estado y transitables para las personas, empresas y otros que se benefician de ellos. Para esto se pueden emplear diferentes manuales donde se explican algunas de estas actividades, como lo es el CRM-2002 (Especificaciones Generales para la Conservación de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica), normas SIECA (Tomo II, Condiciones Generales y Especificaciones Técnicas para Actividades de Mantenimiento Contratadas en Base de Estándares o Niveles de Servicio), el libro Conservación de caminos: un modelo participativo, entre otros, de los cuales las entidades encargadas de los caminos vecinales y hasta las mismas comunidades con un poco de capacitación pueden sacar provecho para mantenerlos en condiciones óptimas.

La realidad que vive Costa Rica

A pesar de que el concepto de gestión vial tiene años de existir, todavía no se ha podido implantar de manera exitosa en las Municipalidades y en el mismo Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Costa Rica.

Todos los días es frecuente escuchar en las noticias, leer en los periódicos las fuertes quejas y la falta de atención a los caminos y pésimo estado de éstos, ya sean de la red vial cantonal, nacional o sin clasificar.

Lo más común del sistema vial en Costa Rica es que todas las entidades se lavan las manos, unos alegan que no hay presupuesto, falta de maquinaria, algunos dicen que los

Municipios tardan un año en comprender como ejecutar un presupuesto, entre otros.

Un ejemplo de esta problemática se presenta en un artículo del periódico La Nación, del 6 de setiembre del 2009, donde se habla que el Gobierno, como es de esperar no ha cumplido con la meta de mejorar 18 350km de la red vial cantonal, pues tan sólo 5 900km han recibido mantenimiento. Esto genera un gran conflicto entre el MOPT, Contraloría y los alcaldes de las Municipalidades, pues el Ministerio alega que ha atendido 8142km de vías cantonales, en contraposición con los 5900km que cita la Contraloría. La intervención realizada incluye el recarpeteo de asfalto, labores de alcantarillado y mantenimiento de caminos de lastre.

Pero según funcionarios del MOPT en la actualidad las Municipalidades no tienen la capacidad instalada para atender las necesidades de conservación de la red vial cantonal.

Sin embargo, este problema es de nunca acabar, ya que en otro artículo de ese mismo periódico del 8 de octubre del 2009, se presenta un conflicto donde los alcaldes alegan que el MOPT trata de forma desigual y desproporcionada a las municipalidades en lo que respecta al programa de recarpeteo y bacheo de calles cantonales. Este programa es un acuerdo entre ayuntamientos y MOPT para dar mantenimiento a las vías, en el cual el Ministerio aporta la mezcla asfáltica y las municipalidades brindan el equipo y la mano de obra, por ejemplo.

Si se analizan un poco estos dos artículos de La Nación, se ve reflejado la realidad del país y la situación de la mayoría de las Municipalidades. Sin embargo, la culpa es compartida, no hay un culpable único.

Por ejemplo, en Costa Rica la mayor parte de los caminos que la conforman pertenecen a la red vial cantonal, esto se puede apreciar en la figura 36, que se presenta a continuación:

Tipo de red y superficie de rodamiento / términos reales y absolutos	Longitud en Km	%	Estado de la red vial					
			Bueno	%	Regular	%	Malo	%
Total	36 654	100	3 981	100	16 701	100	15 973	100
Pavimentada	9 359	25,5	2 524	63,4	4 927	29,5	1 909	12,0
Lastre o grava y tierra	27 295	74,5	1 457	36,6	11 774	70,5	14 064	88,0
Red vial nacional¹⁾	7 640	100	1 237	100	4 077	100	2 326	100
Pavimento ²⁾	4 905	64,2	1 187	96,0	2 282	56,0	1 436	61,7
Lastre y tierra ³⁾	2 735	35,8	50	4,0	1 795	44,0	890	38,3
Red vial cantonal⁴⁾	29 014	100	2 744	100	12 624	100	13 647	100
Pavimento	4 454	15,4	1 337	48,7	2 645	21,0	473	3,5
Lastre o grava y tierra	24 560	84,6	1 407	51,3	9 979	79,0	13 174	96,5

Figura 36. Estado de la red vial nacional de Costa Rica.
Fuente: Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

Condición de superficie	Total general	Superficie de rodamiento			
		Pavimento		Lastre y tierra	
		Km	%	Km	%
Total	28 274	4 351	100	23 923	100
Buena	2 436	1 076	25	1 360	6
Regular	12 579	2 766	64	9 813	41
Mala	13 259	509	12	12 750	53

Figura 37. Condición de la red vial cantonal, según el tipo de superficie de rodamiento.
Fuente: Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

Según la figura 37, hasta el 2007 la mayor parte de los caminos vecinales tienen una superficie de rodamiento de lastre y tierra, y más de la mitad tomando en cuenta los caminos pavimentados presentan una condición regular y mala.

Este patrón en el cual la mayoría de los caminos se encuentran en condiciones desfavorables para los usuarios, se aprecia en la

siguiente información, donde se muestra el estado de los caminos vecinales, pertenecientes a las municipalidades de Oreamuno, Paraíso, El Guarco, La Unión y Cartago, las cuales fueron sometidas al cuestionario desarrollado para conocer el estado y mantenimiento de los caminos vecinales bajo su jurisdicción.

Región Central MIDEPLAN Cantón Cartago 301 Provincia de Cartago, Dirección Regional II MOPT al 31 de mayo de 2009							
Tipo superficie	Condición de superficie					Total según tipo de superficie	Ubicación
	5 Excelente	4 Bueno	3 Regular	2 Malo	1 Muy Malo		
Asfalto	102,75	46,70	26,95	8,15	7,30	191,85	Cartago
Concreto	1,40	7,80	2,40	8,20	0,00	19,80	Cartago
Tratamiento superficial	0,40	0,75	3,20	0,00	0,00	4,35	Cartago
Lastre	2,70	24,10	96,75	99,60	42,50	265,65	Cartago
Total (Km)	107,25	79,35	129,30	115,95	49,80	481,65	

(a)

Región Central MIDEPLAN Cantón El Guarco 308 Provincia de Cartago, Dirección Regional II MOPT al 31 de mayo de 2009							
Tipo superficie	Condición de superficie					Total según tipo de superficie	Ubicación
	5 Excelente	4 Bueno	3 Regular	2 Malo	1 Muy Malo		
Asfalto	0,20	17,50	52,90	30,20	3,30	104,10	El Guarco
Concreto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	El Guarco
Tratamiento superficial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	El Guarco
Lastre	0,00	0,00	20,58	63,30	95,24	179,12	El Guarco
Total (Km)	0,20	17,50	73,48	93,50	98,54	283,22	

(b)

Región Central MIDEPLAN Cantón La Unión 303 Provincia de Cartago, Dirección Regional II MOPT al 31 de mayo de 2009							
Tipo superficie	Condición de superficie					Total según tipo de superficie	Ubicación
	5 Excelente	4 Bueno	3 Regular	2 Malo	1 Muy Malo		
Asfalto	1,30	14,70	1,90	3,20	0,00	21,10	La Unión
Concreto	6,40	0,00	4,50	3,70	0,60	15,20	La Unión
Tratamiento superficial	2,50	27,70	64,00	30,50	16,30	141,00	La Unión
Lastre	0,00	0,50	0,30	0,00	7,20	8,00	La Unión
Tierra	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	6,10	La Unión
Total (Km)	10,20	42,90	70,70	37,40	30,20	191,40	

(c)

Región Central MIDEPLAN Cantón Oreamuno 307 Provincia de Cartago, Dirección Regional II MOPT al 31 de mayo de 2009							
Tipo superficie	Condición de superficie					Total según tipo de superficie	Ubicación
	5 Excelente	4 Bueno	3 Regular	2 Malo	1 Muy Malo		
Asfalto	0,50	0,00	1,00	2,12	0,00	3,62	Oreamuno
Concreto	0,00	0,80	15,00	1,00	0,70	17,50	Oreamuno
Tratamiento superficial	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	Oreamuno
Lastre	0,00	0,00	24,30	55,92	8,90	89,12	Oreamuno
Total (Km)	4,00	0,80	40,30	59,04	9,60	113,74	

(d)

Región Central MIDEPLAN Cantón Paraíso 302 Provincia de Cartago, Dirección Regional II MOPT al 31 de mayo de 2009							
Tipo superficie	Condición de superficie					Total según tipo de superficie	Ubicación
	5 Excelente	4 Bueno	3 Regular	2 Malo	1 Muy Malo		
Asfalto	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	4,00	Paraíso
Concreto	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	Paraíso
Tratamiento superficial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Paraíso
Lastre	0,00	25,20	65,50	76,90	7,50	175,10	Paraíso
Total (Km)	0,00	28,20	65,50	80,90	7,50	182,10	

(e)

Figura 38. Condición del estado de la superficie de los caminos vecinales de los cantones de: (a) Cartago; (b) El Guarco; (c) La Unión; (d) Oreamuno; (e) Paraíso. (Fuente: Dirección de Planificación Sectorial del MOPT).

Como se puede apreciar en la figura 38, el cantón de Cartago posee un estado de vías un tanto proporcionado, sin embargo, rige la condición regular, malo y muy malo para la mayor parte del total de kilómetros que conforman dicho cantón. En el caso de El Guarco solamente 37,5km están bien, de ahí en adelante se presenta la condición frecuente de los caminos del país. Lo mismo sucede para los cantones de La Unión, Paraíso y Oreamuno, donde los caminos en buen estado son absurdos en comparación con la longitud de los que se encuentran en condiciones bastante precarias. Estas cinco Municipalidades demuestran la realidad de las otras 76 entidades encargadas de los caminos vecinales.

Este problema es un círculo vicioso en el cual se construyen los caminos, hay falta de conservación, se produce la destrucción y luego la solución más frecuente es la reconstrucción.

Por lo general, la mayoría de los municipios realiza las actividades de mantenimiento de los caminos sin planificación y sin darle el debido seguimiento. Algunas municipalidades cuentan con maquinaria para llevar a cabo dichas actividades, según el cuadro 18, se presenta que sólo dos entidades que se estudiaron cuentan con maquinaria propia para ejecutar el mantenimiento; por lo tanto, muchas veces los programas desfavorecen a otros, pues les pueden brindar el material, pero a lo mejor carecen de máquinas para mejorar las vías, esto hace que tengan que resolver otro problema para lograr los objetivos planteados relacionados con la conservación vial.

Además, muchas veces la mezcla asfáltica la produce y diseña el proveedor, para tal situación no se solicita ningún tipo de información a la municipalidad como lo es la cantidad de ejes equivalentes, capacidad estructural, condiciones

de drenaje, entre otros. En el caso del bacheo, éste se ejecuta de manera empírica y sin la debida inspección técnica, también hay una gran carencia en umbrales de intervención como se aprecia en el cuadro 15, donde la mayoría de las Municipalidades confirma que no hay un control para saber si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados ni cuándo deben ser intervenidos, debido a la falta de información importante, para anticipar el deterioro de las vías. Las reparaciones o reconstrucciones se realizan cuando el profesional encargado crea que es necesario, cuando el estado es tan malo que los vecinos y usuarios se quejan frecuentemente de la pésima condición y, por último, se llevan a cabo cuando el alcalde por razones políticas lo solicita a la unidad técnica.

Por lo tanto, se puede decir que no hay un plan de conservación en la mayoría de las municipalidades, ni planificación técnica ni administrativa y esto se ve reflejado en la manera en que las municipalidades de Cartago, Oreamuno, El Guarco, La Unión y Paraíso administran la conservación vial de los caminos vecinales, ello genera que se continúe con los problemas sin fin a los que se enfrentan muchas de las instituciones de Costa Rica que por lo general son:

- Falta de fondos para realizar el mantenimiento.
- Ejecución deficiente de los trabajos de conservación.
- Falta de maquinaria.
- Trabas administrativas y burocráticas.
- Emigración del personal capacitado.
- Deficiencia del ente encargado.
- Otros.

El hecho de que se presenten los problemas mencionados anteriormente, se deben principalmente a una inadecuada forma de gestión vial, (mejor conocido como administración de los caminos), pues muchas veces depende no sólo de las razones técnicas, sino también de ciertas consideraciones de orden político, entonces las decisiones importantes que se adoptan se hacen para pagar “deudas políticas” que no coinciden con los principios de una organización y una gestión eficientes.

Pero de todo lo malo, siempre hay pequeños detalles que son buenos, por ejemplo, para lograr un avance y superar los obstáculos mencionados

anteriormente, se ha buscado asesoría con entidades extranjeras para que exista una cooperación entre las municipalidades, el gobierno y las comunidades, en donde se pueda finalmente planificar, ejecutar, controlar y evaluar obras con carácter vial. Esto lo ejecuta la consultoría GTZ junto con el MOPT, donde se ha adoptado un modelo de la conservación vial participativa, para involucrar a la comunidad y a los usuarios para dar solución a las necesidades de mantenimiento y rehabilitación de los caminos.

Sin embargo, no todos los municipios tienen la opción de participar de este trabajo realizado por la consultoría GTZ, por ello la metodología de evaluación propuesta en este proyecto trata de ayudar a las municipalidades con el fin de que vayan introduciendo ciertas herramientas para dar el primer paso a una gestión vial adecuada, es decir, que sirva como una rampa o como un elemento de transición entre la administración y la gestión vial, donde el primer paso es obtener y crear una buena base de datos para tener conocimiento no sólo de la situación presente y pasada de los caminos, sino también de su futura evolución. De esta manera es posible prever las consecuencias que acarrearán las diversas decisiones del momento y el impacto que tendrían sobre los caminos vecinales.

Método propuesto para evaluar caminos vecinales

Esta metodología tiene como principal objetivo, servir de herramienta para aquellas municipalidades que desean empezar a dar los primeros pasos hacia una gestión vial.

Muchas veces los ingenieros municipales deberían dejar de depender del mismo MOPT y hasta de convenios con instituciones, de tal manera que demuestren que son capaces de desvincularse y de idear métodos propios para solucionar algunos problemas relacionados con la conservación vial.

En cuanto a la metodología propuesta, ésta se llevó a cabo justamente como se planteó, obteniendo resultados como los que se esperaban.

En el cuadro 29, 30 y 31 se muestran los datos obtenidos a partir de la aplicación de la

metodología a los caminos de Yerbabuena, Carpintera y Pizote respectivamente.

En el caso del camino de Yerbabuena, se obtuvo un puntaje total de 70, a pesar de la gran cantidad de baches que poseían dos de los tramos de 500m evaluados, donde la velocidad de circulación no se vio tan afectada por la presencia de tantos baches, pues estos eran pequeños, es decir, todavía no abarcaban gran parte de la calzada, por lo tanto dichos tramos se calificaron como regulares, sin embargo, no pesó tanto dado que la otra parte del camino se encontraba en su mayoría en buen estado. Donde si se calificó duro fue en la presencia de cuero de lagarto, pues se observaba fácilmente este tipo de daño en donde las fisuras ya formaban una red de grietas interconectadas. Según la escala de deterioro el camino se encuentra en un estado regular, lo cual indica que se necesita actuar rápido con el mantenimiento apropiado para llevarlo a una mejor condición.

En el camino Carpintera también se obtuvo un puntaje total de 70, lo cual indica que el estado de ese camino es regular, sin embargo, en sí la totalidad del camino se encuentra en buen estado a pesar de 300m aproximadamente en los que es urgente un relastrado debido a la pésima condición en que se encuentra dicho tramo. La presencia de piel de cocodrilo fue el aspecto que más peso tuvo en el puntaje del camino, pues era bastante frecuente, en la cual las grietas eran visibles y estaban interconectadas unas con otras formando este tipo de daño.

En el camino Pizote no se puede decir lo mismo que en los dos casos anteriores, pues el estado de la superficie de ruedo, el sistema de drenaje y el cambio de la velocidad de circulación desempeñaron un papel importante para que dicho camino tuviera un puntaje total de 53, lo cual indica que la vía se encuentra en un estado malo, donde es urgente planificar las debidas actividades necesarias (rehabilitación o reconstrucción) para mejorar la condición.

En los cuadros 32, 33 y 34 se muestra la cantidad de vehículos promedio contabilizados en los caminos en estudio, según las tres mediciones que establece la metodología de evaluación para caminos vecinales, correspondiente a lo que es el tránsito promedio diario (TPDA). Según los cuadros mencionados, en los tres caminos predomina la circulación de automóviles, el cual equivale aproximadamente a

un 70% de la composición del tránsito. En los caminos de Yerbabuena y Carpintera los buses son los que ocupan el segundo lugar en cuanto a la composición del tránsito y la carga liviana, el tercer lugar. En cambio el camino Pizote, la carga liviana ocupa el segundo lugar en cuanto a la cantidad y composición del tránsito. Sin embargo, en Carpintera y Pizote la cantidad de camiones es significativa debido a la cantidad de vehículos de este tipo contabilizados.

Todo lo mencionado anteriormente en cuanto a la composición del tránsito y la cantidad, indica que la estructura del pavimento se ve sometida a cargas considerables constantemente, lo cual sirve para predecir el daño en el pavimento una vez que éste se le haya mejorado la condición y se continúe con una evaluación frecuente de dicho parámetro.

En el cuadro 35, se aprecia el tránsito promedio horario y diario (en ambos sentidos) de cada uno de los caminos evaluados a partir de dicha metodología. Esta información recopilada es fundamental, pues permite generar proyecciones útiles para conocer el tránsito futuro o en casos en que se necesite reconstrucciones en los caminos, de tal manera que se pueda generar un diseño adecuado dependiendo de la cantidad de vehículos que transitan por él.

Proyecciones del crecimiento vehicular y curvas de deterioro

Para poder elaborar las proyecciones tanto del crecimiento vehicular como de las curvas de deterioro, se hizo uso de los porcentajes presentados en el cuadro 36, los cuales fueron generados a partir del análisis del comportamiento del tránsito vehicular contabilizado y las curvas de deterioro de caminos que han tenido un control del desgaste y el daño que sufren con el transcurso del tiempo.

Según la proyección generada para el crecimiento vehicular de los caminos de Yerbabuena, Carpintera y Pizote (ver figuras 27, 28 y 29), se aprecia que a partir del 2009 hasta el 2019, el tránsito aumentará significativamente para cada uno de los caminos en estudio, de tal manera que conforme se hagan más evaluaciones del estado del camino y se vayan

incorporando las pruebas necesarias para obtener la capacidad de soporte de la subrasante y el espesor de las capas que componen la estructura del camino, se podrán generar proyecciones más confiables, sin embargo, al carecer de este tipo de información por el momento es válido el uso de porcentajes de crecimiento para estimar el tránsito futuro de los caminos.

En lo que respecta a las curvas que muestran el estado del camino, según las figuras 30 y 31, correspondientes a los caminos de Yerbabuena y Carpintera respectivamente, si no se les brinda el debido mantenimiento, cuando llegue el 2019, estos dos caminos se encontrarán en una condición mala, donde la superficie de ruedo presentará grandes irregularidades con baches de gran tamaño y frecuentes, que generarán que el conductor se sienta disconforme y deba reducir la velocidad de circulación casi por completo, para evitar daño al vehículo. En la figura 32, el camino Pizote tendría para el 2019 casi una descomposición total, produciendo que el paso por dicho camino sea imposible.

El caso de las curvas de deterioro aproximadas (figuras 33,34 y 35) para cada uno de los caminos evaluados, indica que si se atrasa la intervención en cada uno de ellos, (ya sea días, meses o años, este último es el más frecuente en Costa Rica) mayores serán los daños y mayores también las reparaciones necesarias en la estructura básica del camino, donde ya se tendría que pensar en una rehabilitación o reconstrucción.

Según lo mencionado en el párrafo anterior, se busca un esquema sano a partir de la opción de tiempo, esto significa que se pueden adelantar las labores de mantenimiento para la conservación vial.

Si las municipalidades lograran aplicar este concepto e hicieran proyecciones del tránsito y del deterioro de los caminos para detectar los momentos óptimos de intervención, podrá decidirse si es conveniente o no ciertas actividades de conservación.

En la mayoría de los resultados obtenidos por medio de la aplicación de la metodología y las proyecciones, se ha demostrado que cuando se posponen los planes de intervención, rápidamente se empiezan a observar daños importantes en los caminos, esto va aumentando desproporcionadamente con el tiempo.

Opinión de ingenieros acerca de la metodología propuesta

Ambos ingenieros coincidieron en que la metodología de evaluación propuesta es una buena herramienta para poder evaluar el estado del camino superficialmente por medio de los parámetros establecidos. Sin embargo, cada uno de ellos sugirió algunas mejoras que pueden hacer la propuesta todavía más interesante.

Según el Ingeniero Mario Portuguesez, sugiere que el formulario propuesto se modifique para que sea aún más simple y de marcar con equis, porque por lo general si es de escribir mucho a mano, con el tiempo dejan de llenar la información. Esto se puede tomar como una mejora al formulario, sin embargo, la metodología consta de un único formulario que no necesita de mucha escritura, pero no deja de ser una idea que podría beneficiar a la aplicación de dicha metodología.

También sugiere que con la información recolectada a partir de la evaluación por dicha metodología, se generen mapas en AutoCad modificables con capas distintivas para calles nacionales, calles cantonales, alcantarillas, carreteras reparadas, carreteras previstas a reparar, entre otros. De tal manera se pueda tener otro instrumento que controle de una forma visual los caminos y las actividades realizadas en ellos, pues la Municipalidad recibe gran cantidad de boletas las cuales solicitan reparaciones de caminos y si se tiene esta herramienta adicional generada a partir del control de los caminos por medio de la metodología propuesta, se puede mantener informada a la gente sobre lo que se planea hacer y cuándo, ligándolo con actividades de mantenimiento.

Esta recomendación brindada por el Ingeniero, es una herramienta que puede ir de la mano con la metodología, pues utilizando los mapas de los caminos en AutoCad, se puede también incluir por tramos iguales a los del método propuesto (500m) el estado de la superficie de ruedo, del sistema de drenaje, la cantidad de baches, las secciones que poseen mayor cantidad de cuero de lagarto y con desplazamiento de agregados, de esta manera verificar que tramos han recibido mantenimiento y cuáles no.

Ahora bien, según el Ingeniero Marlon Pereira, se recomiendan también ciertos puntos de importancia para mejorar la metodología propuesta. Una de esas recomendaciones es colocar fotografías de cada estado de deterioro que se propone, de tal manera que los inspectores tengan una manera más adecuada y un parámetro visual para comparar y escoger el nivel de severidad que mejor refleje la realidad del camino evaluado.

Una sugerencia muy similar a la propuesta por el Ing. Mario Portugués, es la de llevar un inventario digital de los caminos referenciado a hojas cartográficas y con la ayuda de AutoCad, para poder incorporar datos y actualizarlos contantemente, además que los caminos se nombren de acuerdo con el código del ente rector. Esta sugerencia de trabajar con mapas que muestren el camino, es importante pues es una manera más útil y gráfica de conocer la problemática de los caminos rurales, además que se les pueda dar una pronta solución de acuerdo con la debida planificación y programación de las actividades de mantenimiento adecuadas.

También menciona que se debe buscar la manera de implantar planes para fomentar la participación de las comunidades, de tal manera que velen por el estado de los caminos que los benefician, y si éste es inadecuado solicitar la ayuda al ente encargado. Es un aspecto importante, pues la conservación de caminos requiere que las labores de mantenimiento sean colectivas y así haya una buena comunicación tanto de la comunidad como de la Municipalidad, logrando así un intercambio de ideas que permita establecer objetivos comunes y realizar el trabajo necesario para mantener los caminos en buen estado.

Conclusiones y recomendaciones

Por medio de los resultados obtenidos y el análisis de éstos, se presentan a continuación las principales conclusiones del presente proyecto:

- Según los resultados obtenidos del presente proyecto, se puede decir que las municipalidades son entidades que todavía necesitan mucha educación en materia de la gestión vial, pues presentan una débil capacidad técnica y administrativa en cuanto a lo que es la planificación de actividades y administración de la red vial cantonal.
- Es evidente que los Municipios carecen de información importante para llevar a cabo planes de acción que permitan asegurar el funcionamiento adecuado a largo plazo de los caminos vecinales y así cumplir con la conservación vial. La falta de información de las entidades encargadas de los caminos vecinales se debe a prácticas inadecuadas de almacenamiento y organización, las cuales han dado como resultado el abandono y falta de interés en la conservación de los caminos
- En las Municipalidades no existe el uso de indicadores que permitan establecer la condición actual de los caminos vecinales que se encuentran bajo su jurisdicción, lo cual favorece que los caminos desarrollen un deterioro hasta el punto en el que la calzada esté completamente destruida e intransitable o hasta que los mismos vecinos de la comunidad presenten las solicitudes para que se ejecuten las labores de mantenimiento adecuadas.
- Con la administración de caminos utilizada actualmente por las Municipalidades, es prácticamente difícil empezar a emplear métodos innovadores debido a la carencia de información, esto hace que se deba recopilar datos para luego usar los métodos que permitan ir cambiando de una administración de caminos a una adecuada gestión vial.
- En muchas de las entidades encargadas de los caminos vecinales existe un gran desinterés en el uso eficiente de los recursos para el manejo de la red vial cantonal y también hay un control inadecuado por parte de la administración, lo cual se debe a que todavía la gestión vial se considera una práctica empírica.
- La metodología de evaluación implantada para los caminos vecinales comprende parámetros que son fáciles de detectar, de tal manera que cualquier persona con un poco de capacitación en el tema de la conservación vial, lo pueda aplicar satisfactoriamente.
- La metodología de evaluación permite conocer el estado del camino superficialmente de manera que en conjunto con el inventario de necesidades se puedan programar las actividades necesarias para mejorar la situación de los caminos y así llevar la condición encontrada hasta una mejor que satisfaga las necesidades de los usuarios.
- A partir de la metodología propuesta y con uso adecuado con la frecuencia recomendada, se pueden elaborar proyecciones satisfactorias del crecimiento vehicular y el deterioro de los caminos, esto facilita idear planes de intervención para la conservación vial.
- La valoración del estado de los caminos estudiados por medio de la aplicación de

la metodología propuesta, favorece conocer la condición o el deterioro que presenta dicho camino en su totalidad, aunque también se puede identificar el deterioro por tramos de la vía, de tal manera que las municipalidades vayan creando una base de datos para tener un control del estado de los caminos de la red vial cantonal.

- De acuerdo con las opiniones de los ingenieros, en relación con la metodología de evaluación propuesta, ambos concordaron en que es una herramienta útil que permite ir recopilando información y conocer el estado de los caminos según la condición encontrada.

A partir de las conclusiones mencionadas, se generaron las siguientes recomendaciones para la aplicación de la metodología de evaluación de caminos vecinales:

- Las Municipalidades deben de ir generando una base de datos que incorpore el tránsito promedio diario, el tipo de suelo, las capas que conforman la estructura del pavimento, la capacidad de la subrasante, entre otros, de tal manera que la metodología propuesta se pueda mejorar el criterio de los ingenieros encargados, conforme con las necesidades que presente cada Municipio.
- Definir los umbrales de intervención de acuerdo con el estado del camino encontrado por medio de la metodología propuesta de tal manera que se pueda decidir el momento justo de aplicar las actividades de mantenimiento y así elevar la condición del camino.
- Realizar mapas de los caminos de la red vial cantonal pertenecientes a cada Municipio, de tal manera que por medio de capas que proporciona el programa AutoCad, llevar un control visual del estado de las vías. Se incluirían características importantes de éstos, por ejemplo: cantidad de baches, condición del sistema de drenaje, presencia de cuero de lagarto, qué caminos se encuentran en buen estado y cuáles no, y otros que el ingeniero considere

necesarios para ir teniendo un control adecuado.

- Involucrar a las comunidades y educarlas en materia de la conservación y participación vial, de tal forma que los Municipios trabajen en conjunto con las comunidades para mejorar y dar mantenimiento a los caminos que benefician a los vecinos interesados.
- También sería recomendable investigar si hay empresas que se benefician con los caminos vecinales que comunican las instalaciones con el traslado de sus productos, para que participen y brinden su apoyo en cuanto a la conservación vial de los caminos.
- Muchas veces es muy difícil que la Municipalidad se encargue de realizar el conteo vehicular de todos los caminos que pertenecen a su jurisdicción, por ello se recomienda capacitar a estudiantes de último año de los colegios, de tal manera que contabilicen vehículos como parte del trabajo comunal que deben realizar para poder concluir sus estudios secundarios.
- Utilizar constantemente la metodología de evaluación según el tiempo de aplicación estipulado, para ir generando bases de datos actualizados y crear la curva de deterioro real de acuerdo con cada una de las visitas realizadas.

Referencias

- CEPAL. 1992. **Caminos: Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales**. Santiago de Chile.
- Keller, Gordon; Sherar, James. 2004. **Ingeniería de caminos rurales**. México: Instituto Mexicano de Transporte.
- Proyecto Mopt/GTZ. 1998. **Conservación de caminos: Un modelo participativo**. Primera edición. San José, Costa Rica.
- Hass, R y Hudson, W.R y Zaniewshi, J. **Modern Pavement Management**. R.E. Krieger, Publishing Company. Florida, 1993.
- Solminiac, H. **Gestión de Infraestructura Vial**. ACI, Capítulo de Costa Rica.
- Coronado, Jorge. 2000. **Condiciones Generales y Especificaciones Técnicas para Actividades de Mantenimiento Contratadas en Base de Estándares o Niveles de Servicio**. Tomo II. Guatemala.
- Coronado, Jorge. 2000. **Catálogo Centroamericano de Daños a Pavimentos Viales**. Tomo III. Guatemala.
- Leclair, Raúl. 2001. **Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales**. Guatemala.
- Coronado, Jorge. 2002. **Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos**. Guatemala.
- IMNSA, Ingenieros Consultores S.A. 2002. **Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica**. MOPT-CONAVI.
- IMNSA, Ingenieros Consultores S.A. 2002. **Especificaciones Generales para la Conservación de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica**. MOPT-CONAVI.
- Consultoría GTZ. 2005. **Concepto para el Mantenimiento Rutinario y Periódico Sostenible de los Caminos**. MOPT-KFW.
- ASTM D5340. **Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys**. Volumen 04.03.
- Benzadón, Miguel Ángel et al. 2007. **Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión Vial y de Espacio Público para Bogotá, Colombia**. Revista Infraestructura. Edición 17.
- Etcharren, René. 1969. **Manual de Caminos Vecinales**. México.
- Alfaro, G. 2002. **Evaluación del Sistema de Gestión de la Infraestructura Vial Municipal**. Informe de Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- Vargas, M. 1998. **Estudio del Proceso de Deterioro de Caminos de Lastre: El Caso de los Distritos La Suiza y Tuis**. Informe de Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- Brenes, A. 2007. **Desarrollo de Indicadores de la Condición de los Pavimentos en Costa Rica**. Informe de Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- Loaiza, Vanessa. 2009.09.06. Gobierno fracasó en atención de vías cantonales. **La Nación**. Costa Rica. Pág 10A.
- Mata, Alonso. 2009.10.08. Alcaldes y MOPT chocan por arreglos de vías cantonales. **La Nación**. Costa Rica. Pág 8A.

Apéndice

Para esta sección, se utilizaron cuatro apéndices necesarios para el desarrollo del proyecto. El primer apéndice corresponde al crecimiento vehicular estimado a partir del TPDA de la estación de conteo, peaje de Tres Ríos.

En el segundo se muestra el crecimiento vehicular y el estado del camino de acuerdo con la proyección realizada para el camino Yerbabuena, el cual fue elaborado por la autora del proyecto.

El tercer apéndice corresponde al crecimiento vehicular y el estado del camino según la proyección realizada para el camino Carpintera, el cual fue elaborado por la autora del proyecto.

En el cuarto apéndice se presenta el crecimiento vehicular y el estado del camino de acuerdo con la proyección realizada para el camino Pizote, el cual fue elaborado por la autora del proyecto.

El quinto apéndice corresponde a las ecuaciones y cálculos utilizados para determinar el porcentaje de deterioro aproximado, para proyectar los caminos de Yerbabuena, Carpintera y Pizote.

Apéndice 1. Crecimiento vehicular a partir del porcentaje de crecimiento estimado.

Año	TPDA	Diferencias	Diferencias (%)
1997	26930	0	0
1998	30755	3825	14,20
1999	30290	-465	-1,51
2000	33511	3221	10,63
2001	35852	2341	6,99
2002	38216	2364	6,59
2003	41216	3000	7,85
2004	43277	2061	5,00
2005	35405	-7872	-18,19
2006	40951	5546	15,66
2007	42999	2048	5,00
Promedio		1606,9	5,22

Apéndice 2. Proyección del crecimiento vehicular y deterioro del camino Yerbabuena.

Proyecciones del crecimiento vehicular y deterioro el camino Yerbabuena.			
Año	TPD	Estado del Camino	Deterioro
2009	1404	70	30
2010	1477	67	33
2011	1554	64	36
2012	1636	61	39
2013	1721	58	42
2014	1811	56	44
2015	1905	53	47
2016	2005	51	49
2017	2109	49	51
2018	2219	47	53
2019	2335	45	55

Apéndice 3. Proyección del crecimiento vehicular y deterioro del camino Carpintera

Proyecciones del crecimiento vehicular y deterioro el camino Carpintera.			
Año	TPD	Estado del camino	Deterioro del camino
2009	3573	70	30
2010	3760	67	33
2011	3956	64	36
2012	4163	61	39
2013	4380	58	42
2014	4609	56	44
2015	4849	53	47
2016	5102	51	49
2017	5369	49	51
2018	5649	47	53
2019	5944	45	55

Apéndice 4. Proyección del crecimiento vehicular y deterioro del camino Pizote.

Proyecciones del crecimiento vehicular y deterioro el camino Pizote.			
Año	TPD	Estado del Camino	Deterioro del camino
2009	4335	50	50
2010	4561	48	52
2011	4799	46	54
2012	5050	44	56
2013	5313	42	58
2014	5590	40	60
2015	5882	38	62
2016	6189	36	64
2017	6512	35	65
2018	6852	33	67
2019	7210	32	68

Apéndice 5. Obtención del porcentaje de deterioro

1. A partir de la información del anexo 5, se elaboran cuadros para poder calcular un porcentaje de deterioro, utilizando la fórmula que se muestra a continuación:

$$\%Deterioro = \frac{(valor\ inicial - valor\ final)}{valor\ final} \times 100$$

Cuadro 1. Porcentaje de deterioro que refleja el estado del camino según tabla E.6 del anexo 5.			
Año	Deterioro	Diferencia	%
1990	4,18	0	0,00
1991	4,13	0,05	1,20
1992	4,08	0,05	1,21
1993	4	0,08	1,96
1994	3,9	0,1	2,50
1995	3,78	0,12	3,08
1996	3,64	0,14	3,70
1997	3,48	0,16	4,40
1998	3,31	0,17	4,89
1999	3,13	0,18	5,44
2000	2,94	0,19	6,07
2001	2,73	0,21	7,14
2002	2,51	0,22	8,06
2003	2,27	0,24	9,56
2004	2,02	0,25	11,01
2005	1,77	0,25	12,38
2006	1,5	0,27	15,25
Promedio			6,12

Cuadro 2. Porcentaje de deterioro que refleja el estado del camino según tabla E.7 del anexo 5.

Año	Deterioro	Diferencia	%
1990	4,18	0	0,00
1991	4,15	0,03	0,72
1992	4,11	0,04	0,96
1993	4,06	0,05	1,22
1994	3,99	0,07	1,72
1995	3,9	0,09	2,26
1996	3,8	0,1	2,56
1997	3,68	0,12	3,16
1998	3,56	0,12	3,26
1999	3,42	0,14	3,93
2000	3,27	0,15	4,39
2001	3,11	0,16	4,89
2002	2,94	0,17	5,47
2003	2,75	0,19	6,46
2004	2,68	0,07	2,55
2005	2,37	0,31	11,57
2006	2,15	0,22	9,28
Promedio			4,02

Cuadro 3. Porcentaje de deterioro que refleja el estado del camino según tabla E.8 del anexo 5.

Año	Deterioro	Diferencia	%
1990	4,19	0	0,00
1991	4,16	0,03	0,72
1992	4,13	0,03	0,72
1993	4,08	0,05	1,21
1994	4,03	0,05	1,23
1995	3,97	0,06	1,49
1996	3,91	0,06	1,51
1997	3,83	0,08	2,05
1998	3,74	0,09	2,35
1999	3,63	0,11	2,94
2000	3,52	0,11	3,03
2001	3,39	0,13	3,69
2002	3,25	0,14	4,13
2003	3,1	0,15	4,62
2004	2,93	0,17	5,48
2005	2,74	0,19	6,48
2006	2,54	0,2	7,30
Promedio			3,06

2. Según la información de los cuadros mostrados anteriormente, para poder determinar el porcentaje de deterioro se promedian los valores correspondientes a los promedios, y así obtener un único valor que permita proyectar las curvas del estado de camino y de deterioro.

$$Promedio = \frac{(6,12 + 4,02 + 3,06)}{3} = 4,4$$

Anexos

Se utilizaron cinco anexos, para desarrollar el proyecto. El primer anexo que se adjunta corresponde a la información obtenida por medio de la aplicación del cuestionario a las diferentes Municipalidades, elaborado por la autora del presente trabajo.

En el segundo anexo se encuentra la boleta de estado de camino proporcionada por el SIGVI.

El tercer anexo contiene el inventario de necesidades empleado para conocer la condición de los caminos estudiados. Este documento fue brindado por el SIGVI.

En el cuarto anexo se presenta el formulario elaborado y la información obtenida de acuerdo con la aplicación de la metodología de evaluación, dicha información fue elaborada por la autora del proyecto.

El quinto contiene la información de las curvas de deterioro analizadas para obtener el porcentaje de deterioro d aproximado de los caminos, las dos primeras pertenecen a la tesis de Miguel Vargas y la última a Alejandro Brenes, de la Escuela de Ingeniería de la UCR.

En el sexto anexo se presentan las sugerencias brindadas por parte de los ingenieros consultados, en relación con la metodología propuesta.

Anexo 1. Cuestionario aplicado a las municipalidades escogidas.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
ESTUDIO SOBRE ESTADO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS
VECINALES
MUNICIPALIDAD DE LA UNIÓN**

Análisis de tránsito

1. ¿Poseen información sobre los volúmenes de tránsito (TPD) de los caminos vecinales?

Sí No

2. ¿Cómo miden el TPD?

Conteo manual Conteo automático Otro

3. ¿Quién mide el TPD?

- Personal capacitado de la municipalidad
 Alguna empresa consultora
 Otro _____

4. ¿Con qué frecuencia miden el TPD?

Un año Dos años Tres años Cuatro años Cinco años

5. ¿Cuándo fue la última vez que se llevó a cabo la medición del TPD?

Un año Dos años Tres años Cuatro años Cinco años

6. ¿Cómo documentan y archivan la información?

en sistemas digitales y analogos de acuerdo a
lineamientos del I.T.O.P.T.

Mantenimiento

1. ¿Existe algún control por parte de la municipalidad que indique si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados?

Sí No

2. ¿Existen métodos que permitan determinar el momento justo en el que se deba intervenir para dar el mantenimiento adecuado a los caminos vecinales?

Si ___ Cuales? _____

No

3. ¿La municipalidad realiza el mantenimiento a los caminos vecinales?

Si No ___ Quién lo realiza? Sanidad y OBMS. concesos de distrito

4. ¿Posee la municipalidad instrumentos o maquinaria que ayude a determinar el estado de los caminos vecinales?

Si No ___

Si la respuesta es sí, indique cuáles: Equipos de medición, nivelación, conformación y sistema informáticos, maquinaria, Back Hoet, vagones, aparadores, camion, y vehículos

5. ¿Qué tipo de mantenimiento brindan a los caminos vecinales?

Rutinario ___ Periódico ___ Rehabilitación

6. ¿En qué etapa llevan a cabo el mantenimiento adecuado para los caminos vecinales? Cuando el estado del camino es:

Regular ___ Malo Muy malo ___

7. ¿La municipalidad toma en cuenta la información relacionada con la precipitación de la zona en donde se encuentran los caminos vecinales, de tal manera que se pueda revisar el diseño hidráulico y dar mantenimiento a los drenajes, evitando así la erosión de dichos caminos?

Si ___ No

Materiales

1. ¿Poseen información relacionada con el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante?

Si No

2. ¿Llevan a cabo los análisis de laboratorio pertinentes para poder evaluar y determinar las características de los materiales que se van a utilizar para construir los caminos vecinales?

Si No ___

Administración de caminos

1. ¿Cómo administra la municipalidad los caminos vecinales?

De acuerdo a los inventarios realizados a la municipalidad,
y su capacidad de mantenimiento.

2. ¿Posee algún plan que ayude a dicha administración?

La ley 8114, convenios con empresas privadas y públicas,
y comunidades.

3. ¿Cómo interviene la municipalidad para la administración de los caminos vecinales?
¿Cuál es el protocolo?

Junta vial cantonal.

4. ¿Cómo se decide y quién influye en la toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales?

Junta vial cantonal.

5. ¿Qué se está haciendo actualmente para solucionar el problema relacionado con los caminos vecinales en mal estado?

En la actualidad se está trabajando en la reparación
de caminos parte parte de la ley 8114 y partidas
específicas.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
ESTUDIO SOBRE ESTADO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS
VECINALES
MUNICIPALIDAD DE CARTAGO**

Análisis de tránsito

1. ¿Poseen información sobre los volúmenes de tránsito (TPD) de los caminos vecinales?

Sí No

2. ¿Cómo miden el TPD?

Conteo manual RURAL Conteo automático URBANO Otro

3. ¿Quién mide el TPD?

- Personal capacitado de la municipalidad
 Alguna empresa consultora
 Otro LANAMME

4. ¿Con qué frecuencia miden el TPD?

Un año Dos años Tres años Cuatro años Cinco años

5. ¿Cuándo fue la última vez que se llevó a cabo la medición del TPD?

Un año Dos años Tres años Cuatro años Cinco años

6. ¿Cómo documentan y archivan la información?

SE CONFECIONA UN EXPEDIENTE DE CADA CAMINO SEGU INVENTARIO VIAL PROPUERTO POR EL M.O.P.T Y EN FORMATO DIGITAL.

Mantenimiento

1. ¿Existe algún control por parte de la municipalidad que indique si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados?

Sí No

2. ¿Existen métodos que permitan determinar el momento justo en el que se deba intervenir para dar el mantenimiento adecuado a los caminos vecinales?

Si Cuales? DIAGNOSTICO VIAL A PARTIR DE
PROBAS DE LABORATORIO (LAVANES)
No

3. ¿La municipalidad realiza el mantenimiento a los caminos vecinales?

Si No Quién lo realiza? Administración o Contrato

4. ¿Posee la municipalidad instrumentos o maquinaria que ayude a determinar el estado de los caminos vecinales?

Si No

Si la respuesta es sí, indique cuáles: _____

5. ¿Qué tipo de mantenimiento brindan a los caminos vecinales?

Rutinario Periódico Rehabilitación

6. ¿En qué etapa llevan a cabo el mantenimiento adecuado para los caminos vecinales?
Cuando el estado del camino es:

Regular Malo Muy malo

7. ¿La municipalidad toma en cuenta la información relacionada con la precipitación de la zona en donde se encuentran los caminos vecinales, de tal manera que se pueda revisar el diseño hidráulico y dar mantenimiento a los drenajes, evitando así la erosión de dichos caminos?

Si No

Materiales

1. ¿Poseen información relacionada con el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante?

Si No

2. ¿Llevan a cabo los análisis de laboratorio pertinentes para poder evaluar y determinar las características de los materiales que se van a utilizar para construir los caminos vecinales?

Si No

Administración de caminos

1. ¿Cómo administra la municipalidad los caminos vecinales?

SE ESTÁ EN LA ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL Y QUINQUENAL QUE REGEE A PARTIR DE 2010

2. ¿Posee algún plan que ayude a dicha administración?

EN VIRTUD DE LO INTERIOR, SE GENERA UN SISTEMA DE GESTION VIAL.

3. ¿Cómo interviene la municipalidad para la administración de los caminos vecinales?
¿Cuál es el protocolo?

- 1) INSPECCION "IN SITU"
- 2) CATALOGO DE DAÑOS (NORMAS SIECA)
- 3) SE PRIORIZA LA INVERSION SEGUN SEA LA NECESIDAD.

4. ¿Cómo se decide y quién influye en la toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales?

MEDIANTE SESIONES DE JUNTA VIAL CANTONAL, SE PROPOVEN LOS PROYECTOS Y SE DEFINE, A CORDE A PRESUPUESTO, LA INVERSION EN LOS CAMINOS.
LA DECISION INICIAL ES DEL JUG. DE QUINOS.

5. ¿Qué se está haciendo actualmente para solucionar el problema relacionado con los caminos vecinales en mal estado?

- 1. INTARZO VIAL DE NECESIDADES.
2. PRIORIZACION SEGUN TPD Y PRODUCCION (AGRO-INDUST.)
3. FINANCIAMIENTO DISPONIBLE (LEY 8114, FONDOS MUNICIPALES, DONACIONES)

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
ESTUDIO SOBRE ESTADO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS
VECINALES
MUNICIPALIDAD DE OREAMUNO**

Análisis de tránsito

1. ¿Poseen información sobre los volúmenes de tránsito (TPD) de los caminos vecinales?

Sí ___ No ✓

2. ¿Cómo miden el TPD?

Conteo manual ___ Conteo automático ✓ Otro ___

3. ¿Quién mide el TPD?

- Personal capacitado de la municipalidad
 Alguna empresa consultora
 Otro _____

4. ¿Con qué frecuencia miden el TPD?

Un año ___ Dos años ___ Tres años ___ Cuatro años ___ Cinco años ___

5. ¿Cuándo fue la última vez que se llevó a cabo la medición del TPD?

Un año ___ Dos años ___ Tres años ___ Cuatro años ___ Cinco años ___

6. ¿Cómo documentan y archivan la información?

Mantenimiento

1. ¿Existe algún control por parte de la municipalidad que indique si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados?

Sí ___ No ✓

2. ¿Existen métodos que permitan determinar el momento justo en el que se deba intervenir para dar el mantenimiento adecuado a los caminos vecinales?

Si Cuales? *en función del comportamiento de aguas pluviales en caminos de tierra y/o deterioro superficial*
No

3. ¿La municipalidad realiza el mantenimiento a los caminos vecinales?

Si No Quién lo realiza? _____

4. ¿Posee la municipalidad instrumentos o maquinaria que ayude a determinar el estado de los caminos vecinales?

Si No

Si la respuesta es sí, indique cuáles: _____

5. ¿Qué tipo de mantenimiento brindan a los caminos vecinales?

Rutinario Periódico Rehabilitación

6. ¿En qué etapa llevan a cabo el mantenimiento adecuado para los caminos vecinales? Cuando el estado del camino es:

Regular Malo Muy malo

7. ¿La municipalidad toma en cuenta la información relacionada con la precipitación de la zona en donde se encuentran los caminos vecinales, de tal manera que se pueda revisar el diseño hidráulico y dar mantenimiento a los drenajes, evitando así la erosión de dichos caminos?

Si No
Es sin información de precipitación.

Materiales

1. ¿Poseen información relacionada con el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante?

Si No

2. ¿Llevan a cabo los análisis de laboratorio pertinentes para poder evaluar y determinar las características de los materiales que se van a utilizar para construir los caminos vecinales?

Si No

Administración de caminos

1. ¿Cómo administra la municipalidad los caminos vecinales?

Se realizan recorridos p/ distrito para conformar las superficies de ruedo y drenajes.

2. ¿Posee algún plan que ayude a dicha administración?

- realiza matriz de la Red Ucl → priorización
↳ diagnóstico → plan quinquenal.

3. ¿Cómo interviene la municipalidad para la administración de los caminos vecinales?

¿Cuál es el protocolo? - Emergencias.
- necesidad de los vecinos
- rutas alternas

4. ¿Cómo se decide y quién influye en la toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales?

- UTGV
- Junta Ucl Cantonal / Alcalde.
- Síndicos.

5. ¿Qué se está haciendo actualmente para solucionar el problema relacionado con los caminos vecinales en mal estado?

- Conformación Rutas letradas y rutas Alternas.
- Proyectos de Ampliación y obra plural, en todos los distritos.
- Compra materiales para conformación superf. ruedo y proyectos contratados p/ rehabilitar pavos en caminos principales.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
ESTUDIO SOBRE ESTADO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS
VECINALES
MUNICIPALIDAD DE PARAÍSO**

Análisis de tránsito

1. ¿Poseen información sobre los volúmenes de tránsito (TPD) de los caminos vecinales?

Sí ___ No

2. ¿Cómo miden el TPD?

Conteo manual ___ Conteo automático ___ Otro ___

3. ¿Quién mide el TPD?

- Personal capacitado de la municipalidad
 Alguna empresa consultora
 Otro _____

4. ¿Con qué frecuencia miden el TPD?

Un año ___ Dos años ___ Tres años ___ Cuatro años ___ Cinco años ___

5. ¿Cuándo fue la última vez que se llevó a cabo la medición del TPD?

Un año ___ Dos años ___ Tres años ___ Cuatro años ___ Cinco años ___

6. ¿Cómo documentan y archivan la información?

Mantenimiento

1. ¿Existe algún control por parte de la municipalidad que indique si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados?

Sí ___ No

2. ¿Existen métodos que permitan determinar el momento justo en el que se deba intervenir para dar el mantenimiento adecuado a los caminos vecinales?

Si ___ Cuales? _____

No ___

3. ¿La municipalidad realiza el mantenimiento a los caminos vecinales?

Si No ___ Quién lo realiza? LA Municipalidad - Empresa Privada

4. ¿Posee la municipalidad instrumentos o maquinaria que ayude a determinar el estado de los caminos vecinales?

Si No ___

Si la respuesta es sí, indique cuáles: 1. Regleta, niveladora, cargador, Back Hoe

5. ¿Qué tipo de mantenimiento brindan a los caminos vecinales?

Rutinario ___ Periódico Rehabilitación ___

6. ¿En qué etapa llevan a cabo el mantenimiento adecuado para los caminos vecinales? Cuando el estado del camino es:

Regular ___ Malo Muy malo ___

7. ¿La municipalidad toma en cuenta la información relacionada con la precipitación de la zona en donde se encuentran los caminos vecinales, de tal manera que se pueda revisar el diseño hidráulico y dar mantenimiento a los drenajes, evitando así la erosión de dichos caminos?

Si No ___

Materiales

1. ¿Poseen información relacionada con el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante?

Si ___ No

2. ¿Llevan a cabo los análisis de laboratorio pertinentes para poder evaluar y determinar las características de los materiales que se van a utilizar para construir los caminos vecinales?

Si ___ No

Administración de caminos

1. ¿Cómo administra la municipalidad los caminos vecinales?

Por distrito, considerando la información suministrada por los vecinos y síndicos, con sus respectivos comités de Caminos.

2. ¿Posee algún plan que ayude a dicha administración?

→ Plan operativo Anual.
Se definen necesidades por distritos y se le asignan recursos Económicos y Técnicos.

3. ¿Cómo interviene la municipalidad para la administración de los caminos vecinales?

¿Cuál es el protocolo?

- Equipo municipal, colaboración de la comunidad
- Recursos Económicos de la Ley 8114.
- Por distrito.

4. ¿Cómo se decide y quién influye en la toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales?

- ① Los vecinos de los lugares afectados.
- x ② Síndicos de los distritos.
- x ③ Alcalde.
- ④ Jueces.

5. ¿Qué se está haciendo actualmente para solucionar el problema relacionado con los caminos vecinales en mal estado?

- (.) 1° Formación de los Comités de Caminos.
- (.) 2° Inspecciones Técnicas.
- (.) 3° Convenios con el MOP T.
- (.) 4° Convenios con LANAMME.
- (.)

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
ESTUDIO SOBRE ESTADO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS
VECINALES
MUNICIPALIDAD DE EL GUARCO

Análisis de tránsito

1. ¿Poseen información sobre los volúmenes de tránsito (TPD) de los caminos vecinales?

Sí No

2. ¿Cómo miden el TPD?

Conteo manual Conteo automático Otro

3. ¿Quién mide el TPD?

Personal capacitado de la municipalidad
 Alguna empresa consultora
 Otro _____

4. ¿Con qué frecuencia miden el TPD?

Un año Dos años Tres años Cuatro años Cinco años

5. ¿Cuándo fue la última vez que se llevó a cabo la medición del TPD?

Un año Dos años Tres años Cuatro años Cinco años

6. ¿Cómo documentan y archivan la información?

Adjunto de Información

Mantenimiento

1. ¿Existe algún control por parte de la municipalidad que indique si los caminos han durado el tiempo para el que fueron diseñados?

Sí No

2. ¿Existen métodos que permitan determinar el momento justo en el que se deba intervenir para dar el mantenimiento adecuado a los caminos vecinales?

Sí ___ Cuales? _____

No -

3. ¿La municipalidad realiza el mantenimiento a los caminos vecinales?

Sí No ___ Quién lo realiza? El mismo Municipio

4. ¿Posee la municipalidad instrumentos o maquinaria que ayude a determinar el estado de los caminos vecinales?

Sí ___ No

Si la respuesta es sí, indique cuáles: _____

5. ¿Qué tipo de mantenimiento brindan a los caminos vecinales?

Rutinario Periódico ___ Rehabilitación ___

6. ¿En qué etapa llevan a cabo el mantenimiento adecuado para los caminos vecinales? Cuando el estado del camino es:

Regular ___ Malo ___ Muy malo

7. ¿La municipalidad toma en cuenta la información relacionada con la precipitación de la zona en donde se encuentran los caminos vecinales, de tal manera que se pueda revisar el diseño hidráulico y dar mantenimiento a los drenajes, evitando así la erosión de dichos caminos?

Sí ___ No

Materiales

1. ¿Poseen información relacionada con el tipo de suelo y capacidad de soporte de la subrasante?

Sí No ___

2. ¿Llevan a cabo los análisis de laboratorio pertinentes para poder evaluar y determinar las características de los materiales que se van a utilizar para construir los caminos vecinales?

Sí No ___

Administración de caminos

1. ¿Cómo administra la municipalidad los caminos vecinales?

Por medio de la ley de Impuestos al Combustible. Ley 8114.

2. ¿Posee algún plan que ayude a dicha administración?

Planificación por medio de los índices de Viabilidad Técnico Social del MOPT.

3. ¿Cómo interviene la municipalidad para la administración de los caminos vecinales?

¿Cuál es el protocolo?
Definido por medio de puntaje cantonal

4. ¿Cómo se decide y quién influye en la toma de decisiones para intervenir en los caminos vecinales?

Por medio de los Índices de Viabilidad Técnico Social y la Junta Vial Cantonal integrada aló interno de la Municipalidad

5. ¿Qué se está haciendo actualmente para solucionar el problema relacionado con los caminos vecinales en mal estado?

Se están realizando los estudios por medio de los índices de Viabilidad Técnico Social así como ya conformación de una Unidad Técnica.

Anexo 2. Boleta de estado de los caminos Yerbabuena, Carpintera y Pizote.

Yerbabuena

MOPT - SPEM

BOLETA DE ESTADO DE CAMINO

REGION ZONA <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>		CAMINO C 30 2013 N/C CODIGO		DE (Est. N. 251) San Rafael (Codigo 014) (Estacion) (Este 028) A San Vicente (Este 014) Restaurante chirracay, incluye calle Pisbarros.		BOLETA	
MODALIDAD <input type="checkbox"/>		CODIGO		DESCRIPCION			
INICIO DE OBRA		EVALUACION INICIAL		EVALUACION FINAL			
CONDICION DE DRENAJE		<input type="checkbox"/> 1. PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input checked="" type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE		<input type="checkbox"/> 1. PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE			
CONDICION DE SUPERFICIE		<input type="checkbox"/> 1. PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input type="checkbox"/> 3. REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE		<input type="checkbox"/> 1. PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE			
FECHA DE EVALUACION		D M A FECHA: <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="09"/> <input type="text" value="09"/>		D M A FECHA: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
TIPO DE SUPERFICIE		<input type="checkbox"/> 1. ASFALTO <input type="checkbox"/> 2. CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> 3. TSB <input type="checkbox"/> 4. LASTRE Y TIERRA		RESPONSABLE March Watson Lopez FIRMA		RESPONSABLE FIRMA	

CONDICION DE DRENAJE

- 1. PESIMO:** El agua escurre por la calzada durante periodos de lluvia sobre una buena parte de la subsección y no existen cunetas longitudinales definidas. Las estructuras de drenaje no existen, o son completamente inadecuadas.
- 2. MALO:** Una evaluación visual indica que la mayoría de las alcantarillas y cunetas son inadecuadas. Existen vados en algunos sitios en vez de estructuras de drenaje. Hay estancamiento de agua a nivel de la estructura del pavimento, sobre una buena parte del tramo, y durante periodos largos, con desbordamiento ocasional sobre la calzada.
- 3. REGULAR:** La existencia de erosión, socavación aparente o indicaciones de estancamiento frecuente de agua al nivel de la estructura de pavimento, indica que la capacidad hidráulica de la alcantarillas no es suficiente.
- 4. BUENO:** La mayoría de las alcantarillas y cunetas aparentemente funcionan bien, pero existen indicaciones en algunos sitios de que el agua se estanca a la entrada de la alcantarilla o permanece en las cunetas longitudinales, a nivel de la estructura del pavimento, por algún tiempo durante los periodos de lluvia.
- 5. EXCELENTE:** Todas las alcantarillas y cunetas están bastante limpias y funcionan debidamente y aparentemente son adecuadas en cuanto al tamaño, longitud y localización.

CONDICION DE SUPERFICIE

- 1. PESIMO:** Superficie muy deteriorada o irregular (o material suelto), hasta tal grado, que en casi todo el tramo la velocidad promedio de circulación es mucho menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.
- 2. MALO:** Superficie muy irregular o con baches extensos y frecuentes (o material suelto, en caso de superficies no pavimentadas), hasta tal grado que la velocidad promedio de recorrido en la subsección es considerablemente menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.
- 3. REGULAR:** Superficie con frecuentes baches o irregularidades que hacen necesario que los choferes reduzcan, de manera apreciable, la velocidad promedio de circulación en una buena parte del tramo, para viajar con seguridad y comodidad.
- 4. BUENO:** Superficie generalmente lisa, pero con unas pequeñas corrugaciones u otras irregularidades aisladas, o con baches pequeños superficiales, que no afectan la velocidad promedio de circulación del tránsito.
- 5. EXCELENTE:** Superficie lisa, sin baches ni irregularidades notables.

Carpintera

MOPT - SPEM

BOLETA DE ESTADO DE CAMINO

REGION ZONA		CAMINO		BOLETA													
<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C	303024	DE (Estr. N. 251) San Rafael Iglesia													
MODALIDAD		N/C CODIGO		A Malina (Estr. C# 44)													
CODIGO		DESCRIPCION															
INICIO DE OBRA		EVALUACION INICIAL		EVALUACION FINAL													
CONDICION DE DRENAJE		<input type="checkbox"/> 1.PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input checked="" type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE		<input type="checkbox"/> 1.PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE													
CONDICION DE SUPERFICIE		<input type="checkbox"/> 1.PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input checked="" type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE		<input type="checkbox"/> 1.PESIMO <input type="checkbox"/> 2. MALO <input type="checkbox"/> 3. REGULAR <input type="checkbox"/> 4. BUENO <input type="checkbox"/> 5. EXCELENTE													
FECHA DE EVALUACION		FECHA: <table border="1"><tr><td>D</td><td>M</td><td>A</td></tr><tr><td>10</td><td>09</td><td>09</td></tr></table>		D	M	A	10	09	09	FECHA: <table border="1"><tr><td>D</td><td>M</td><td>A</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>		D	M	A			
D	M	A															
10	09	09															
D	M	A															
TIPO DE SUPERFICIE		RESPONSABLE: <u>Marcelo Watson L</u> FIRMA: <u>[Firma]</u>		RESPONSABLE: _____ FIRMA: _____													
<input type="checkbox"/> 1.ASFALTO	<input type="checkbox"/> 2.CONCRETO	<input type="checkbox"/> 3.ISB	<input type="checkbox"/> 4.LASTRE Y TIERRA														

CONDICION DE DRENAJE

CONDICION DE SUPERFICIE

1. PESIMO: El agua escurre por la calzada durante periodos de lluvia sobre una buena parte de la subsección y no existen cunetas longitudinales definidas. Las estructuras de drenaje no existen, o son completamente inadecuadas.

2. MALO: Una evaluación visual indica que la mayoría de las alcantarillas y cunetas son inadecuadas. Existen vados en algunos sitios en vez de estructuras de drenaje. Hay estancamiento de agua a nivel de la estructura del pavimento, sobre una buena parte del tramo, y durante periodos largos, con desbordamiento ocasional sobre la calzada.

3. REGULAR: La existencia de erosión, socavación aparente o indicaciones de estancamiento frecuente de agua al nivel de la estructura de pavimento, indica que la capacidad hidráulica de la alcantarillas no es suficiente.

4. BUENO: La mayoría de las alcantarillas y cunetas aparentemente funcionan bien, pero existen indicaciones en algunos sitios de que el agua se estanca a la entrada de la alcantarilla o permanece en las cunetas longitudinales, a nivel de la estructura del pavimento, por algún tiempo durante los periodos de lluvia.

5. EXCELENTE: Todas las alcantarillas y cunetas están bastante limpias y funcionan debidamente y aparentemente son adecuadas en cuanto al tamaño, longitud y localización.

1. PESIMO: Superficie muy deteriorada o irregular (o material suelto), hasta tal grado, que en casi todo el tramo la velocidad promedio de circulación es mucho menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.

2. MALO: Superficie muy irregular o con baches extensos y frecuentes (o material suelto, en caso de superficies no pavimentadas), hasta tal grado que la velocidad promedio de recorrido en la subsección es considerablemente menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.

3. REGULAR: Superficie con frecuentes baches o irregularidades que hacen necesario que los choferes reduzcan, de manera apreciable, la velocidad promedio de circulación en una buena parte del tramo, para viajar con seguridad y comodidad.

4. BUENO: Superficie generalmente lisa, pero con unas pequeñas corrugaciones u otras irregularidades aisladas, o con baches pequeños superficiales, que no afectan la velocidad promedio de circulación del tránsito.

5. EXCELENTE: Superficie lisa, sin baches ni irregularidades notables.

Pizote

MOPT - SPEM

BOLETA DE ESTADO DE CAMINO

REGION ZONA		CAMINO		DE (Est. N. 202)		BOLETA	
<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> 30 <input type="checkbox"/> 30 <input type="checkbox"/> 23	A Fianza alta del Pizote (Limite central)			
MODALIDAD		CODIGO		DESCRIPCION			
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
INICIO DE OBRA		EVALUACION INICIAL			EVALUACION FINAL		
CONDICION DE DRENAJE		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1. PESIMO	2. MALO	3. REGULAR	4. BUENO	5. EXCELENTE	
CONDICION DE SUPERFICIE		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1. PESIMO	2. MALO	3. REGULAR	4. BUENO	5. EXCELENTE	
FECHA DE EVALUACION		D M A			D M A		
FECHA:		<input type="text"/> 11	<input type="text"/> 09	<input type="text"/> 09	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TIPO DE SUPERFICIE		RESPONSABLE			RESPONSABLE		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Marcela Watson L.			
1. ASFALTO	2. CONCRETO	3. ISB	4. LASTRE Y TIERRA	RESPONSABLE			
		FIRMA			FIRMA		
		M. Watson					
		FIRMA			FIRMA		

CONDICION DE DRENAJE

- 1. **PESIMO:** El agua escurre por la calzada durante periodos de lluvia sobre una buena parte de la subsección y no existen cunetas longitudinales definidas. Las estructuras de drenaje no existen, o son completamente inadecuadas.
- 2. **MALO:** Una evaluación visual indica que la mayoría de las alcantarillas y cunetas son inadecuadas. Existen vados en algunos sitios en vez de estructuras de drenaje. Hay estancamiento de agua a nivel de la estructura del pavimento, sobre una buena parte del tramo, y durante periodos largos, con desbordamiento ocasional sobre la calzada.
- 3. **REGULAR:** La existencia de erosión, socavación aparente o indicaciones de estancamiento frecuente de agua al nivel de la estructura de pavimento, indica que la capacidad hidráulica de la alcantarillas no es suficiente.
- 4. **BUENO:** La mayoría de las alcantarillas y cunetas aparentemente funcionan bien, pero existen indicaciones en algunos sitios de que el agua se estanca a la entrada de la alcantarilla o permanece en las cunetas longitudinales, a nivel de la estructura del pavimento, por algún tiempo durante los periodos de lluvia.
- 5. **EXCELENTE:** Todas las alcantarillas y cunetas están bastante limpias y funcionan debidamente y aparentemente son adecuadas en cuanto al tamaño, longitud y localización.

CONDICION DE SUPERFICIE

- 1. **PESIMO:** Superficie muy deteriorada o irregular (o material suelto), hasta tal grado, que en casi todo el tramo la velocidad promedio de circulación es mucho menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.
- 2. **MALO:** Superficie muy irregular o con baches extensos y frecuentes (o material suelto, en caso de superficies no pavimentadas), hasta tal grado que la velocidad promedio de recorrido en la subsección es considerablemente menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.
- 3. **REGULAR:** Superficie con frecuentes baches o irregularidades que hacen necesario que los choferes reduzcan, de manera apreciable, la velocidad promedio de circulación en una buena parte del tramo, para viajar con seguridad y comodidad.
- 4. **BUENO:** Superficie generalmente lisa, pero con unas pequeñas corrugaciones u otras irregularidades aisladas, o con baches pequeños superficiales, que no afectan la velocidad promedio de circulación del tránsito.
- 5. **EXCELENTE:** Superficie lisa, sin baches ni irregularidades notables.

Anexo 3. Inventario de necesidades de los caminos Yerbabuena, Carpintera y Pizote.

Camino Yerbabuena



mopt
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

DIRECCION DE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION
DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION
SIGVI - SISTEMA INTEGRADO DE GESTION VIAL

INVENTARIO DE NECESIDADES DEL CAMINO

NÚMERO: _____

HOJA: 1 DE: 2

(MACRO) REGION: 2 CAMINO: C 303024 DESCRIPCION: DE: (Est. N. 251) San Rafael Iglesia A: Malina (Est. c# 44)

TIPO DE SUPERFICIE ACTUAL (B): 3 RUTA: _____ LONGITUD (KM): 4,8

PROVINCIA: 3 CODIGO: 3 DESCRIPCION: Cartago

CANTON: 3 CODIGO: 3 DESCRIPCION: La Unión

SECCION TIPICA



DERECHO DE VIA 12,0
4,5 MTS
CUNETAS

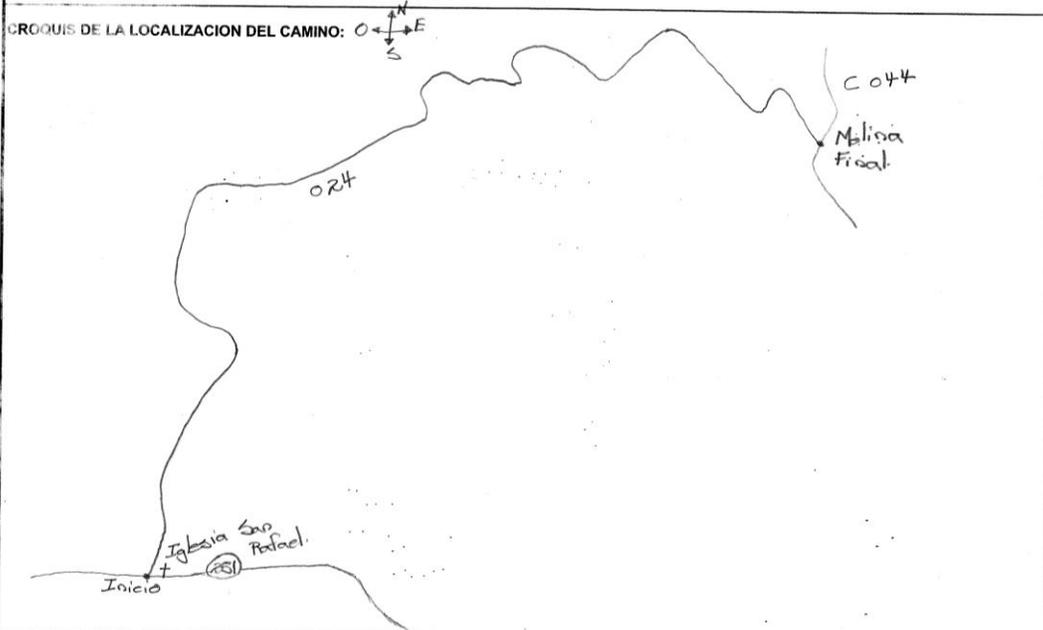
ESTACION KM+MTS	REPRESENTACION GRAFICA	ALCANTARILLAS		CABEZALES TOMAS		OBSERVACIONES POR ESTACION
		DIAMETRO MTS	LONGITUD MTS	NUMERO	TIPO	
4+500						Fin asfalto
3+900						Inicio asfalto
3+100						Fin limpieza y chapea de cunetas
3+050						Inicio limpieza y chapea de cunetas
3+000						Ampliación derecho de vía (Inicio)
2+550						Fin chapea y const. cunetas a ambos lados (Semiarrio menor)
2+500						
1+400						Inicio de chapea y const. cunetas a ambos lados
1+350						Reparación cunetas a ambos lados
1+300						Limpieza cuneta izquierda
1+250						Fin limpieza cuneta (derecha) mano y a mano (Escuela Yerbabuena)
1+150						Inicio limpieza cuneta (derecha) mecanizada y a mano
1+100						
0+500						
0+300						
0+150						Fin limpieza de cuneta (izquierda) Inicio limpieza de cuneta (izquierda)
0+100						Limpieza alcantarilla
0+050						Bacheo mayor
0+000						

(A): N. Ruta Nacional / C. Ruta Cantonal
 (B): 1. Asfalto. 2. Concreto. 3. Tratamiento Superficial. 4. Lastre o Grava. 5. Tierra.

11-2008-145X50-Imp. Nacional-853 DPA-301

SIMBOLOGÍA PARA LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA

ALCANTARILLA EXISTENTE		CHAPEA A MANO		LIMPIEZA DERECHO DE VIA	
ALCANTARILLA NUEVA		CONFORMACION		POSTE ELECTRICO	
AMPLIACION DERECHO DE VIA		DERRUMBE		PUENTE	
ASFALTO		DESLIZAMIENTO		RELASTRADO	
BACHEO		DIRECCION DEL AGUA		RELLENO	
CAREZALES		GAVIONES		TOMAS	



OBSERVACIONES:

En esta ruta, se necesita señalización horizontal, ya que carece de ella en todos los 4,8 Km

RESPONSABLE DE REALIZAR EL INVENTARIO:

NOMBRE: M. Watson
SELLO
FECHA

D	M	A
10	09	09

Camino Carpintera



mopt
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

DIRECCION DE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION
DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION
SIGVI - SISTEMA INTEGRADO DE GESTION VIAL

INVENTARIO DE NECESIDADES DEL CAMINO

NUMERO: _____

HOJA: DE:

(MACRO) REGION:

TIPO DE SUPERFICIE ACTUAL (B):

PROVINCIA:

CANTON:

CAMINO:

RUTA:

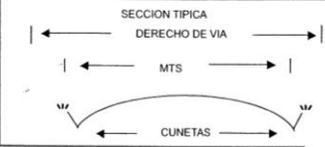
DESCRIPCION:

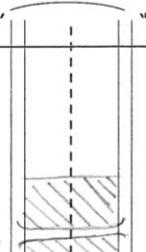
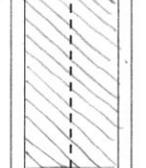
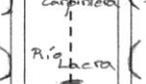
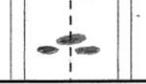
DESCRIPCION:

DESCRIPCION: DE (Est. N. 251) San Rafael, cartago (Cib. Estacion A: San Vicente (Est C14 y C18, Post Chirracá, incluye cas. Pisabarras).

LONGITUD (KM):

SECCION TIPICA



ESTACION KM+MTS	REPRESENTACION GRAFICA	ALCANTARILLAS		CABEZALES TOMAS		OBSERVACIONES POR ESTACION
		DIAMETRO MTS	LONGITUD MTS	NUMERO	TIPO	
1+700						Fin Pavedado
1+650						Limpieza alcantarilla/Reparación cabezales
1+500						Fin limp. cunetas a ambos lados / Inicio Pavedado
1+400						Inicio limpieza cuneta a ambos lados
1+250						Bacheo mayor
0+700						Fin limpieza cunetas a ambos lados
0+600						
0+400						Limpieza cunetas a ambos lados (Inicio)
0+300						Fin limpieza cuneta y bacheo menor
0+200						Inicio limpieza cuneta
0+100						Bacheo menor

(A): N: Ruta Nacional / C: Ruta Cantonal
 (B): 1. Asfalto. 2. Concreto. 3. Tratamiento Superficial. 4. Lastre o Grava. 5. Tierra.

SIMBOLOGÍA PARA LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA			
ALCANTARILLA EXISTENTE		CHAPEA A MANO	
ALCANTARILLA NUEVA		CONFORMACION	
AMPLIACION DERECHO DE VIA		DERRUMBE	
ASFALTO		DESPLAZAMIENTO	
BACHEO		DIRECCION DEL AGUA	
CABEZALES		GAVIONES	
			LIMPIEZA DERECHO DE VIA
			POSTE ELECTRICO
			PUENTE
			RELASTRADO
			RELLENO
			TOMAS

CROQUIS DE LA LOCALIZACION DEL CAMINO:

OBSERVACIONES:

Al puente que se encuentra sobre el Río Lacro, necesita reparación, ya que carece de baranda en uno de sus lados. Además todo el camino carece de señalización horizontal.

RESPONSABLE DE REALIZAR EL INVENTARIO:

Marcela Watson L
NOMBRE

FIRMA

SELLO

FECHA

D	M	A
10	09	09

Camino Pizote



mopt
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

DIRECCION DE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION
DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION
SIGVI - SISTEMA INTEGRADO DE GESTION VIAL

INVENTARIO DE NECESIDADES DEL CAMINO

NÚMERO: _____

HOJA: 1 DE: 1

MACRO REGION: 2

CAMINO: C 303023

N/C (A) CODIGO

DESCRIPCION: DE: (Ent. N. 202)

A: Finca Alto del Pizote (Limite Cantonal)

TIPO DE SUPERFICIE ACTUAL (B): 3

RUTA:

LONGITUD (KM): 3,7

PROVINCIA: 3 Cartago

CANTON: 3 La Unión

SECCION TIPICA

DERECHO DE VIA 12,0

| ← MTS 5,0 → |

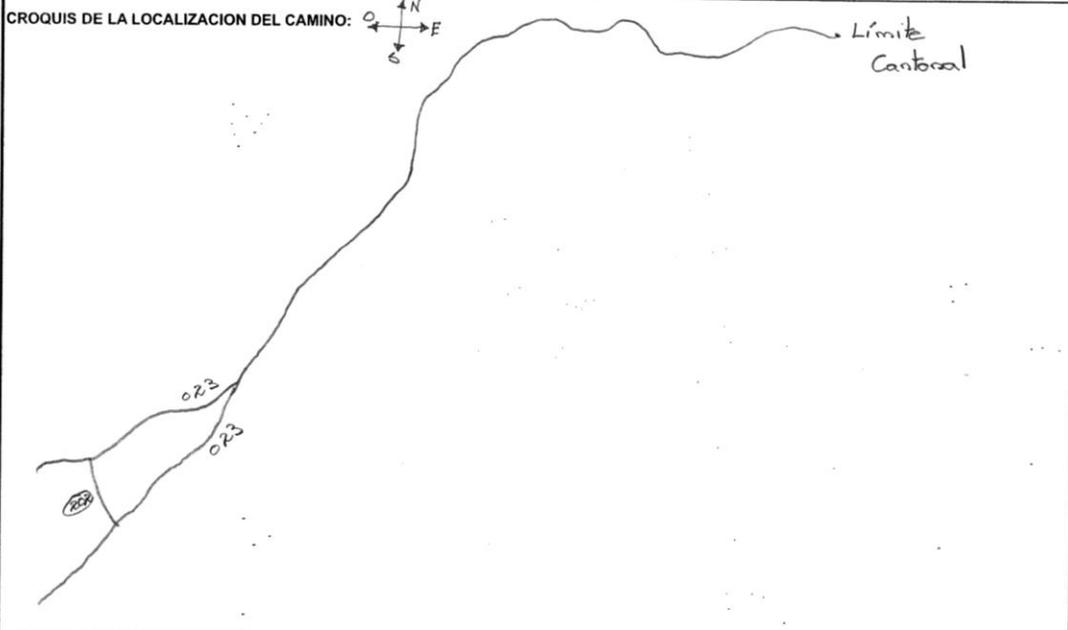
" " CUNETAS " "

ESTACION KM+MTS	REPRESENTACION GRAFICA	ALCANTARILLAS		CABEZALES TOMAS		OBSERVACIONES POR ESTACION
		DIAMETRO MTS	LONGITUD MTS	NUMERO	TIPO	
3+700	↕					Fin limpieza y desmonte.
2+300	↕					Confirmación
2+000	↕					Relastrado (Fin)
1+350	↕					Iniciación Relastrado
1+250	↕					Fin Asfalto
1+250	↕					Inicio Asfalto
1+200	↕					(Chicharroneca El Pizote)
0+900	↕					Limpieza y desmonte y ampliación (Finca Pizote) (Inicio)
0+550	↕					Fin limpieza y desmonte
0+050	↕					Construcción de cunetas
0+000	↕					Inicio limpieza y desmonte

(A): N: Ruta Nacional / C: Ruta Cantonal
 (B): 1. Asfalto. 2. Concreto. 3. Tratamiento Superficial. 4. Lastre o Grava. 5. Tierra.

SIMBOLOGÍA PARA LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA

ALCANTARILLA EXISTENTE		CHAPEA A MANO		LIMPIEZA DERECHO DE VIA	
ALCANTARILLA NUEVA		CONFORMACION		POSTE ELECTRICO	
AMPLIACION DERECHO DE VIA		DERRUMBE		PUENTE	
ASFALTO		DESPLAZAMIENTO		RELASTRADO	
BACHEO		DIRECCION DEL AGUA		RELLENO	
CABEZALES		GAVIONES		TOMAS	



OBSERVACIONES:

Falta señalización horizontal en gran parte de la vía.
 Además debido a la erosión del terreno, muchas tuberías de agua potable han quedado al descubierto.

RESPONSABLE DE REALIZAR EL INVENTARIO:

 Nombre: Marcela Watson L.
 NOMBRE

 Firma: [Signature]
 FIRMA

SELLO: _____
 FECHA:

D	M	A
11	09	09

Anexo 4. Formularios con información según la metodología de evaluación de los caminos Yerbabuena, Carpintera y Pizote.

Método de Evaluación de Caminos de la Red Vial Cantonal para la Conservación Vial

Camino

3 0 3 0 2 4

De: (Ent. N. 251) San Rafael Iglesia
A: Melina (Ent. C#44)

Nombre del camino: Yerbabuena

Longitud (km): 4,8

Provincia: Cartago

Cantón: La Unión

Tabla resumen de los parámetros

Estación	Estado superficie de ruedo	Estado del sistema de drenaje	Cambio de la velocidad promedio de circulación	Baches		Problemas superficiales	
				Caminos paviment.	Caminos no paviment.	Piel de cocodrilo	Pérdida de agregados
0+500	B	B	B	B		B	
1+000	B	R	B	N		M	
1+500	R	B	MB	B		A	
2+000	B	B	MB	N		M	
2+500	B	B	MB	B		M	
3+000	B	B	MB	N		M	
3+500	R	M	R	A		A	
4+000	R	M	R	A		A	
4+500	R	R	B	M		A	
4+700	R	R	B	N		M	
Promedio	R	B	B	N		M	
Puntaje	15	20	10	15		10	
Puntaje Total	70						

Fecha: 30/10/09

Firma: 

**Método de Evaluación de Caminos de la Red Vial Cantonal
para la Conservación Vial**

Camino

3 0 3 0 1 3

De: (Ent. N. 25) San Rafael (Contiguo Urb)
(Ent. C. 028) Estancia
A: San Vicente (Ent. C. 044) Restaurantes Chirren
incluye calle Peñarrosas

Nombre del camino: Carpintera

Longitud (km): 1,7

Provincia: Cartago

Cantón: La Unión

Estación	Tabla resumen de los parámetros						
	Estado superficie de ruedo	Estado del sistema de drenaje	Cambio de la velocidad promedio de circulación	Baches		Problemas superficiales	
				Caminos paviment.	Caminos no paviment.	Piel de cocodrilo	Pérdida de agregados
0+500	B	R	MB	B		M	
1+000	B	B	MB	M		M	
1+500	M	R	R	B		M	
1+700	R	R	M	-	MA		M
Promedio	B	R	MB	B*	MA	M*	M
Puntaje	20	15	15	10	-	10	-
Puntaje Total	70						

Fecha: 30/10/09

Firma: M. Wilson

**Método de Evaluación de Caminos de la Red Vial Cantonal
para la Conservación Vial**

Camino

3 0 3 0 2 3

De: (Ent. N. 202)

A: Finca Atto de Pizote (Límite Cantonal)

Nombre del camino: Pizote

Longitud (km): 3,7

Provincia: Cartago

Cantón: La Unión

Estación	Tabla resumen de los parámetros						
	Estado superficie de rueda	Estado del sistema de drenaje	Cambio de la velocidad promedio de circulación	Baches		Problemas superficiales	
				Caminos paviment.	Caminos no paviment.	Piel de cocodrilo	Pérdida de agregados
0+500	MB	B	MB	N		A	
1+000	MB	B	MB	B		A	
1+500	MB	R	MB	N		M	
2+000	M	M	R		M		A
2+500	M	M	M		B		A
3+000	R	R	M		B		M
3+500	R	R	M		B		M
3+700	R	R	M		B		M
Promedio	R	R	M	N	B*	A	M*
Puntaje	15	15	3	-	10	-	10
Puntaje Total	53						

Fecha: 30/10/09

Firma: M. H. [Signature]

Anexo 5. Datos para obtener el porcentaje de deterioro para realizar las proyecciones.

Tabla E.6: Curvas de desempeño *PSI* e *IRI* tramo 3 (cap. VIII).

Año	EEq' acumulado	PSI teórico	PSI observado	IRI teórico (m/km)	IRI observ. (m/km)
1990	211230	4,18		1,06	
1991	418369	4,13		1,09	
1992	643986	4,08		1,12	
1993	888673	4,00		1,17	
1994	1175890	3,90		1,23	
1995	1477868	3,78		1,31	
1996	1791020	3,64		1,41	
1997	2110529	3,48		1,53	
1998	2434713	3,31		1,67	
1999	2763937	3,13		1,84	
2000	3097690	2,94		2,04	
2001	3435388	2,73		2,27	
2002	3778053	2,51		2,55	
2003	4125758	2,27		2,88	
2004	4477627	2,02		3,28	
2005	4832346	1,77		3,76	
2006	5191082	1,50	0,97	4,33	5,69

Tabla E.7: Curvas de desempeño *PSI* e *IRI* tramo 4 (cap. VIII).

Año	EEq' acumulado	PSI teórico	PSI observado	IRI teórico (m/km)	IRI observ. (m/km)
1990	164772	4,18		1,06	
1991	312629	4,15		1,07	
1992	478438	4,11		1,10	
1993	669505	4,06		1,13	
1994	889947	3,99		1,17	
1995	1124856	3,90		1,23	
1996	1369917	3,80		1,30	
1997	1622868	3,68		1,38	
1998	1881443	3,56		1,47	
1999	2147832	3,42		1,58	
2000	2420502	3,27		1,71	
2001	2698723	3,11		1,86	
2002	2981180	2,94		2,04	
2003	3268169	2,75		2,24	
2004	3532315	2,58		2,46	
2005	3832453	2,37		2,74	
2006	4139165	2,15	0,60	3,07	6,91

Tabla E.8: Curvas de desempeño *PSI* e *IRI* tramo 5 (cap. VIII).

Año	EEq' acumulado	PSI teórico	PSi observado	IRI teórico (m/km)	IRI observ. (m/km)
1990	127728	4,19		1,06	
1991	267657	4,16		1,07	
1992	421246	4,13		1,09	
1993	586597	4,08		1,11	
1994	752183	4,03		1,15	
1995	924982	3,97		1,18	
1996	1108882	3,91		1,22	
1997	1304906	3,83		1,28	
1998	1512689	3,74		1,34	
1999	1731207	3,63		1,41	
2000	1961629	3,52		1,50	
2001	2202568	3,39		1,60	
2002	2456507	3,25		1,73	
2003	2720234	3,10		1,87	
2004	2998056	2,93		2,05	
2005	3286104	2,74		2,25	
2006	3585764	2,54	0,35	2,50	7,91

Anexo 6. Opinión de los ingenieros Mario Portuguéz y Marlon Pereira, relacionado con la metodología de evaluación propuesta

Recomendaciones:

- ① Que las boletas que llene el funcionario sean simples y de marcar con "X", que no tengan que llenar mucho a mano porque con el tiempo dejan de llenar la información.
- ② Que toda esta información genere mapas de Auto Cad modificables con capas distinguidas en (tubería pluvial, tubería potable, calles nacionales, calles cantonales, aceres, alcantarillas, carreteras reparadas, carreteras previstas a reparar), como aquí llegan tantas boletas solicitando reparación de calles, sería bueno tener a disposición esos mapas para mantener informada a la gente sobre que se hace y cuando.
- ③ Incluir en una casilla ~~algunas~~ algo como REPARACIONES DEL ACUEDUCTO ya que ^{estas} reparaciones deben cobrarse a otro servicio y deben estar cubiertas.

REPARACIONES A CUEDUCTO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	DIMENSIONES	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>
			LASTREADO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
			CORTADO Y	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
			CONFIRMADO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	

④ No recuerdo todo lo que hablamos, pero si me faltó algo me dice.
Cualquier consulta: 8829-74
Ing. Mario Portuguéz Castro



Recomendaciones

- ① Colocar fotos de cada estado de deterioro según el tema de conservación (muy malo, malo, regular, bueno, muy bueno) para que así los inspectores tengan un parámetro visual para comparar.
- ② Llevar un inventario digital de los caminos, referenciados a los hojas cartográficas y con la ayuda de CAD's para así actualizar los datos constantemente y además nombrar al camino según el código del ente rector (MOPT)
- ③ Buscar la manera de implementar planes para "obligar" a las comunidades o hacerse cargo de las carreteras para que velen por su estado (el cual debe ser bueno) y si este es inadecuado solicitar la ayuda del gobierno.
- ④ Implementar programas de rehabilitación social con trabajos de mantenimiento manual para así ganar por partida doble, el gobierno invierte menos en el mantenimiento mientras recibe un beneficio de las personas que pertenecen al programa y estas se vuelven a incorporar a la sociedad con un oficio.

Marlon Pereira

