

## I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial impulsa el desarrollo socioeconómico de una región, proporcionando accesibilidad y conectividad, facilitando el intercambio de productos y la comunicación entre diferentes territorios. Desde el punto de vista de accesibilidad, Costa Rica cuenta con una alta densidad de cobertura vial (kilómetros de vías por cada 100 km<sup>2</sup>), contando con más de 42.000 km de vías, en 51.100 kilómetros cuadrados de superficie, superando el promedio del índice de cobertura de los países de América Latina (Loría & Umaña, 2014). De toda la red vial, poco más del 80% corresponde a redes locales, que conforman la Red Vial Cantonal (RVC), cuya gestión y atención se encuentra a cargo de los diferentes gobiernos locales.

Para la atención de la RVC, en el año 2016 entró en vigencia la Ley Especial para la Transferencia de Competencias: Atención Plena y Exclusiva de la Red Vial Cantonal, N° 9329, en la que se transfiere a los gobiernos locales la atención plena y exclusiva de la infraestructura vial cantonal. Esta Ley, además de ampliar el ámbito de acción de los municipios en cuanto a las responsabilidades sobre la infraestructura vial cantonal, incrementa el presupuesto destinado para su atención. Este aumento se realiza mediante la modificación al Artículo 5 de la Ley N° 8114 (Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias; de este modo, los municipios pasan de recibir un 7,25% a un 22,25% del presupuesto proveniente de la recaudación del impuesto único sobre los combustibles.

El incremento sustancial del presupuesto disponible para la inversión en infraestructura de la RVC les ha permitido a los municipios diversificar el tipo de inversiones que ejecutan con el fin de mejorar del estado de la infraestructura vial cantonal. El alto contenido presupuestario para las inversiones conlleva una mayor responsabilidad por parte de los gobiernos locales. Dicho sentido de responsabilidad ha llevado a estos a la búsqueda e incorporación de diferentes estrategias y herramientas que les permita una ejecución de recursos más eficaz y eficiente, procurando obtener el mayor beneficio posible por cada colón invertido.

Entre las acciones a seguir para lograr el mayor beneficio de las inversiones se encuentra el controlar y verificar la calidad de los materiales utilizados, así como velar por un adecuado proceso constructivo dado que el garantizar el cumplimiento de estándares técnicos mínimos aumenta considerablemente las probabilidades de que un proyecto vial se desempeñe según lo planificado para su vida útil.

En torno a esto, la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR ha estado interactuando con diferentes municipios, brindando asesorías técnicas enfocadas en la verificación de la calidad de los materiales y la mejora de los procesos constructivos aplicados en la ejecución de proyectos de infraestructura vial, en aras de mejorar la calidad de los proyectos de infraestructura vial cantonal.

## II. LA CALIDAD COMO PROCESO DE GESTIÓN

Para obtener proyectos de calidad, es necesario que esta sea considerada dentro de las diferentes fases del mismo y vista como un proceso de gestión. Según el Project Management Institute (2013) la gestión de la calidad se desarrolla durante las etapas de planificación, ejecución y seguimiento y control. Para poder implementar la gestión de la calidad en las diferentes etapas del proyecto es fundamental que el municipio cuente con suficiente equipo humano, el cual se encuentre capacitado y cuyas labores se enfoquen a la gestión de los proyectos de infraestructura vial. En relación a esto, Xu et al (2019) recomiendan que la cantidad de profesionales encargados de la gestión vial sea proporcional al presupuesto anual a ejecutar y a la red vial a su cargo. Esta recomendación se establece como parte del análisis realizado de la gestión vial municipal en Costa Rica.

Durante la planificación se deben establecer los estándares de calidad (métricas) con las que debe cumplir el proyecto. En el caso específico de los proyectos de infraestructura vial que se ejecuten en Costa Rica, estos deben cumplir, al menos, con el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010. Otro aspecto primordial a considerar dentro de la planificación del proyecto y que afecta directamente la calidad del mismo, es el presupuestar una partida económica específica que proporcione los recursos necesarios para ejecutar el aseguramiento de la calidad durante la ejecución del mismo.



**Figura 1: Evaluación de la estructura actual del pavimento para diseñar la intervención requerida en la red vial cantonal**

Una vez que se inicia la ejecución del proyecto, es imprescindible que se realice el aseguramiento de la calidad, mediante la aplicación del control y métricas de calidad establecidas en la etapa de planificación. Este proceso es fundamental para obtener entregables que cumplan con la calidad esperada y especificada inicialmente.

El proceso para velar por el cumplimiento de la calidad en obras viales, en el contexto que nos ocupa, se lleva a cabo mediante el control de calidad y la verificación de ésta por parte del gobierno local encargado. Existen diferencias importantes en cuanto a control y verificación de la calidad se refiere. El control de calidad es ejecutado por el contratista; su objetivo principal es asegurar que el producto final cumpla con los estándares especificados para el proyecto, incluyendo el muestreo de materiales, ejecución de ensayos, inspección y acciones correctivas cuando sea necesario.

Por otro lado, la verificación de calidad tiene como finalidad corroborar que se está cumpliendo con los estándares especificados en la etapa de planificación y decidir si el proyecto o los entregables específicos son aceptados, rechazados o se aplica una reducción de precio según el nivel de calidad entregado. Cabe mencionar que habitualmente los ensayos ejecutados en la verificación de la calidad son una fracción de los que se requieren para el control de la calidad (Sequeira & Cervantes, 2013).

Según el Project Management Institute (PMI, 2013), los enfoques para la gestión de la calidad buscan generar proyectos que cumplan con los requisitos especificados, brindándole importancia a la satisfacción del cliente, la prevención antes que la inspección, la mejora continua, responsabilidad de la dirección y el costo de la calidad. En cuanto a esto y basada en experiencia profesional propia, todos estos aspectos deben ser considerados; no obstante, debido al tipo de proyectos de infraestructura que se desarrolla en el ámbito municipal, de los anteriores requisitos, es de suma importancia considerar la satisfacción del cliente, la prevención antes que la inspección y la mejora continua.

Los proyectos de infraestructura vial poseen un sinnúmero de clientes que satisfacer, ya que a fin de cuentas son los ciudadanos quienes financian estas inversiones, directa o indirectamente. Es por esto que ejecutar proyectos que cumplan con los estándares requeridos incidirá en la calidad de vida de sus usuarios, al permitirles desplazarse de manera más confortable y con un menor tiempo de viaje de un lugar a otro, además de mejorar la percepción de la comunidad respecto al trabajo que se realiza por parte del gobierno central o municipio a cargo de la red.

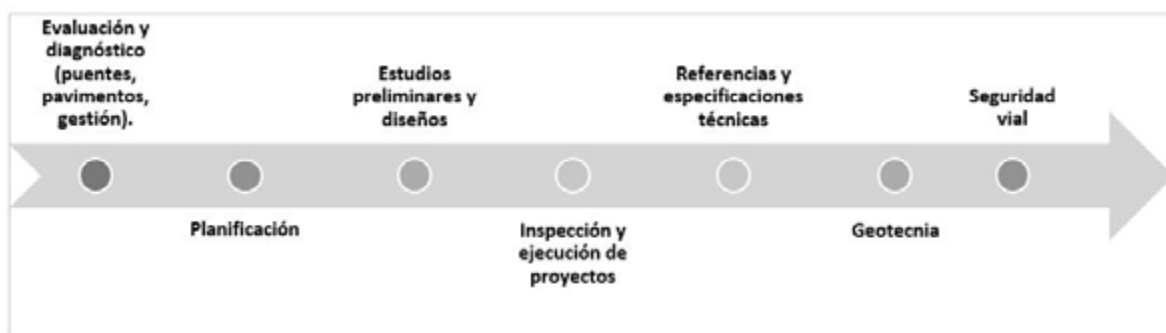
Priorizar la prevención ante la inspección, se refiere a que la calidad debe ser parte inherente del proceso de planificación, diseño y construcción del proyecto para tratar de prevenir errores, lo cual desde el punto de vista financiero es más eficiente, ya que el corregir suele ser más costoso que el prevenir. Por otro lado, el enfoque de la mejora continua aplicada a la calidad de los proyectos de infraestructura vial, implica tener un control y registro eficiente y claro de las

deficiencias o problemas identificados durante las diferentes fases del proyecto, así como las soluciones aplicadas o planteadas. Este registro tiene el objetivo de convertir errores en lecciones aprendidas y evitar que se presenten en proyectos futuros, trayendo consigo un incremento en la calidad del entregable final.

### III. ESTRATEGIA PARA LA MEJORA EN LA CALIDAD DE LOS PROYECTOS VIALES MUNICIPALES

En torno al tema de calidad, el LanammeUCR, mediante la Unidad de Gestión Municipal, trabaja de manera conjunta con diferentes municipios atendiendo diferentes aspectos del quehacer municipal en el tema de infraestructura vial. La Ley N° 8603 faculta a las municipalidades y a la Universidad de Costa Rica, por medio del LanammeUCR, a celebrar convenios de cooperación para realizar diversas tareas o actividades que garanticen la calidad de las labores que se ejecuten en la RVC. De hecho, entre el 2010 y el 2018 se han gestionado más de 40 convenios municipales lo que han permitido desarrollar diferentes tareas, acorde a las necesidades de cada municipio. Actualmente, se encuentran vigentes 12 convenios de cooperación con diferentes municipalidades, a quienes se les está brindando asesorías y capacitaciones entorno a sus requerimientos específicos.

Las áreas de trabajo de este ente académico con los municipios se desarrollan en torno a la investigación, elaboración de guías y manuales, capacitación, evaluación de caminos y en ofrecer asesorías y acompañamiento en proyectos específicos. Los principales campos de acción en los que se trabaja de manera específica es presentada en la siguiente Figura 2:



**Figura 2: Principales áreas de trabajo de la Unidad de Gestión Municipal**  
Fuente: Documentos de trabajo UGM.

Las guías, manuales y las capacitaciones generales buscan proveer herramientas de conocimiento a los municipios para mejorar la gestión de los proyectos viales que ejecutan, en busca de mejorar la calidad del proyecto que se pone al servicio de las comunidades. Asimismo, durante los últimos años, se han brindado asesorías y acompañamiento a diferentes gobiernos locales en proyectos específicos, cuyo principal objetivo es verificar la calidad de los proyectos en ejecución.



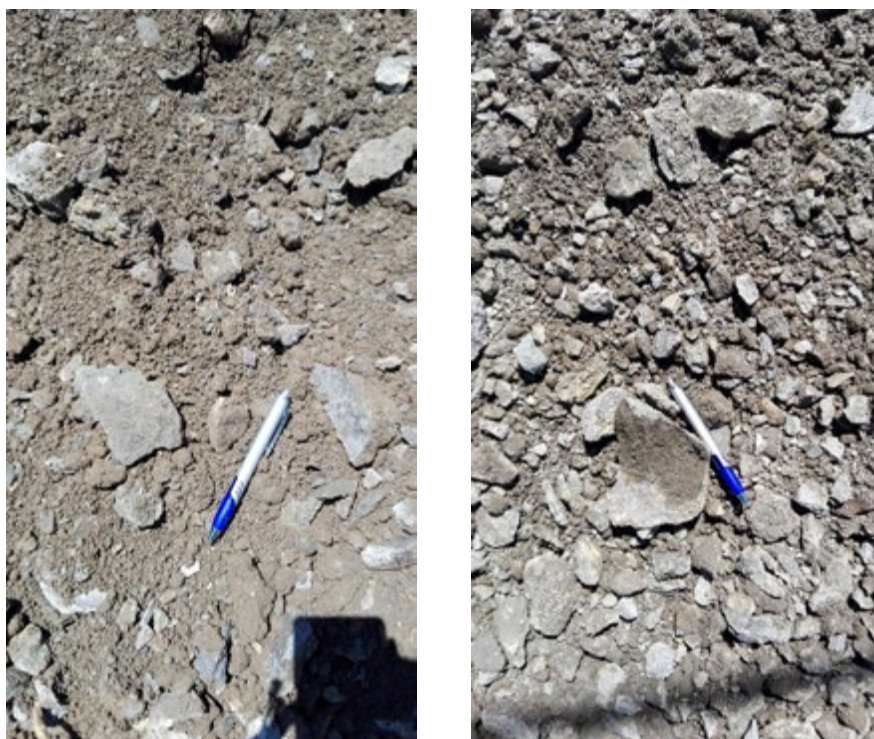
**Figura 3: Curso teórico-práctico de demarcación vial**

Como parte de las asesorías, se les colabora con la evaluación de diferentes tipos de materiales: granulares, asfálticos, suelos (subrasante), concreto hidráulico, entre otros. El proceso de acompañamiento va más allá de la ejecución de ensayos de laboratorio y campo que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones del contrato o del CR-2010, ya que se incluye la visita a diferentes proyectos en ejecución y la realización de una evaluación visual que permita observar y analizar en conjunto los procesos constructivos que se ejecutan y los materiales empleados.

El principal objetivo del acompañamiento en ejecución de proyectos es capacitar y transferir conocimientos mediante la identificación conjunta y analítica de mejoras en la ejecución de la fase de construcción de específicos y en la evaluación visual de los procesos constructivos y de los materiales utilizados.

Esto implica el analizar si se está ejecutando el proyecto mediante la aplicación de buenas prácticas constructivas; si no es así, entonces lo que procede es identificar las deficiencias para poder evitarlas. Todo esto se complementa con el muestreo de materiales en sitio para verificar cumplimiento en el laboratorio. Esta interacción academia-gobierno local permite controlar y monitorear la calidad y alcance del proyecto, además de generar conocimiento técnico aplicado para los participantes.

Ejemplos aplicados de esto se muestran en las Figuras 4 y 5, en las que, por medio de una evaluación visual del material, junto con funcionarios municipales, se logró identificar que el material contaba con deficiencias granulométricas como el tamaño del material, lo cual dio indicios de incumplimiento, por lo que con mayor razón se muestreó el material y se ensayó para verificarlo.



**Figuras 4 y 5: Material granular apilado para ser utilizado en capas de base o subbase**

En las visitas a proyectos en campo con diferentes municipios, se han detectado ciertas prácticas constructivas desfavorables para la calidad del proyecto; no obstante, gracias a su detección, se han corregido en el sitio y en proyectos posteriores. Este esfuerzo que se realiza va generando una cultura colectiva de búsqueda de calidad en la ejecución de proyectos, ya que los partícipes de estas mejoras incluyen peones, operarios de maquinaria, inspectores e ingenieros. Entre los aspectos que más comúnmente se han identificado y corregido se encuentra la compactación de material granular muy seco (lejos de la humedad óptima), colocación y compactación de material asfáltico con temperaturas bajas (no aptas para su correcta compactación), riego de liga no uniforme o excesivo (emulsión empozada), no verificar la temperatura de la mezcla asfáltica al llegar al proyecto, entre otros.

Dado que la variedad de ensayos que se pueden ejecutar al material para verificar su cumplimiento es amplia, es muy importante que, durante la inspección al proyecto, se observen con criterio técnico los materiales utilizados para determinar el tipo de ensayos de laboratorio que se ejecutarán como parte de la verificación de calidad, además de todos aquellos que se consideren fundamentales para el buen desempeño de la obra. Los ensayos de verificación de calidad que típicamente se ejecutan en proyectos de infraestructura municipal se subdividen en función del tipo de material:

- Materiales granulares (bases, subbases y lastre): granulometría, resistencia a la abrasión. límites de consistencia, evaluación del CBR en sitio (Figura 6) y compactación con el densímetro nuclear (Figura 7).
- Mezcla asfáltica: verificación del diseño de mezcla asfáltica y compactación con el densímetro nuclear.
- Concreto hidráulico: resistencia a la compresión de cilindros de concreto y revenimiento.



**Figura 6: Capacitación del uso del DCP y evaluación de una base granular de un camino municipal**



**Figura 7: Evaluación de la compactación en sitio mediante el uso del densímetro nuclear en proyectos de la red vial cantonal**

Más allá de los resultados que se obtengan del cumplimiento o no de las especificaciones, es fundamental identificar el modo en que esto puede afectar su calidad y por ende su desempeño. Es por esto que, como parte del acompañamiento a los municipios, se analiza de manera conjunta la importancia que tiene el cumplimiento de las diferentes especificaciones y las posibles consecuencias negativas de su incumplimiento en la calidad final y vida útil del proyecto.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los gobiernos locales se enfrentan, día a día, al reto de ejecutar eficientemente un presupuesto que aumentó sustancialmente durante los últimos años, tras la entrada en vigencia de Ley Especial para la Transferencia de Competencias: Atención Plena y Exclusiva de la Red Vial Cantonal, N° 9329. Entre los retos, no sólo se encuentra el lograr ejecutarlo, sino hacerlo bajo los estándares de calidad esperados por diferentes entidades, entre las que se destaca la Contraloría General de la República ya que, ante el incremento de los fondos públicos transferidos, es de esperar una correlación en la fiscalización de los mismos. Esto va aunado a que, ante esta realidad, la ciudadanía se encuentra cada vez más pendiente y crítica del tipo y la calidad de los proyectos que se ejecutan, pidiendo de manera más frecuente la rendición de cuentas a los funcionarios públicos municipales.

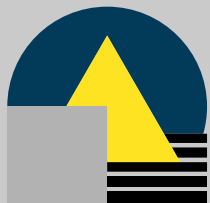
Dadas las nuevas necesidades del sector municipal, el LanammeUCR, mediante la Unidad de Gestión Municipal, ha tomado acciones para ser parte del proceso requerido para generar la cultura de la calidad en el quehacer diario de los gobiernos locales. Uno de los objetivos principales es que la calidad sea vista como un proceso de gestión más, que debe ser considerado en las diferentes etapas del proyecto y no como un aspecto a improvisar en la obra. Con este enfoque, los esfuerzos de este ente académico y de investigación, se enfocan en mejorar la calidad de la obra de infraestructura vial municipal mediante capacitación, asesoría y acompañamiento en la ejecución de diferentes proyectos de infraestructura.

Se han identificado limitaciones internas importantes en las municipalidades para la implantación de la cultura de calidad, como lo es la falta de equipo adecuado y personal capacitado para realizar inspecciones de los proyectos en ejecución, tanto para aquellos ejecutados por administración como los contratados. Debido a esto, se recomienda la adquisición de equipo básico de inspección suficiente para poder inspeccionar y verificar la calidad de los proyectos en los diferentes frentes de trabajo de manera periódica. Además, es necesario valorar la necesidad de capacitar o contratar más personal, a fin de que colabore en las acciones de control y seguimiento requeridas para garantizar la calidad del proyecto.

Se recomienda a las Unidades Técnicas de Gestión Vial o similar, realizar campañas informativas para las comunidades, Concejos y Alcaldías, respecto a la importancia de implementar sistemas de control y verificación de calidad, con el fin de que los recursos destinados a esto sean percibidos, más allá de un gasto, como una inversión para obtener proyectos de infraestructura vial de mayor calidad y mejor desempeño, obras públicas que brinden un buen servicio a la comunidad por el mayor tiempo posible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ley N.º 8114. (9 de julio de 2001). Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias. Diario Oficial La Gaceta. San José, Costa Rica.
- Ley N.º 8603. (14 de setiembre de 2007). Modificación Ley N.º 8114 para Asegurar el Giro Oportuno de Recursos Aprobados en Leyes de Presupuestos de la República destinados a Garantizar la máxima Eficiencia de Inversión Pública en Reconstrucción y Conservación de la Red Vial Costarricense. Diario Oficial La Gaceta. San José, Costa Rica.
- Ley N.º 9329. (17 de noviembre de 2015). Ley Especial para la Transferencia de Competencias: Atención Plena y Exclusiva de la Red Vial Cantonal. Diario Oficial La Gaceta. San José, Costa Rica.
- Loría, M., & Umaña, C. (2014). PV-04-14 - La gestión de la infraestructura pública en Costa Rica: el caso de la red vial nacional. Programa Visión, 1-20.
- Project Management Institute. (2013). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Newtown Square, Pa: Project Management Institute.
- Sequeira, W.; Cervantes, V. (2013). Laboratorios de control y verificación de la calidad en proyectos viales de Costa Rica. Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. Obtenido de: <https://bit.ly/2XsLUfB>
- Xu, L; López, S; Allen, J; Loría, L. (2019). Desarrollo de la Gestión Vial Municipal en Costa Rica: Incidencia de Elementos Político – Técnicos. Revista Centroamericana de Administración Pública (75).



LanammeUCR

## LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# PITRA

Programa de  
**Infraestructura del Transporte**

Ing. Ana Luisa Elizondo - Salas M.Sc.

*Coordinadora General*

### UNIDADES

#### Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Ing. Erick Acosta Hernández

*Coordinador*

#### Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes - Jiménez, M.Sc.

*Coordinador*

#### Unidad de Investigación en Infraestructura de Transporte (UIIT)

Ing. Ana Luisa Elizondo - Salas, M.Sc.

*Coordinadora*

#### Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola - Guzmán, M.Sc.

*Coordinadora*

#### Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Javier Zamora Rojas, M.ScE

*Coordinador*

#### Comité Editorial 2020:

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación y diseño: Katherine Zúñiga Villaplana / Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana

Boletín técnico: CALIDAD EN LA EJECIÓN DE OBRA VIAL EN LA RED VIAL CANTONAL / JUNIO 2020