

Maestría en Ingeniería Civil

Lineamientos para la implementación de un sistema de gestión de activos sostenible, en la infraestructura de transporte carretero departamental. Caso de estudio: Departamento de Cundinamarca, Colombia.

Ing. Camilo José Guzmán Guevara

Bogotá, D.C., 18 de noviembre de 2022

Lineamientos para la implementación de un sistema de gestión de activos sostenible, en la infraestructura de transporte carretero departamental. Caso de estudio: Departamento de Cundinamarca, Colombia.

Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con énfasis en Tránsito y Transporte

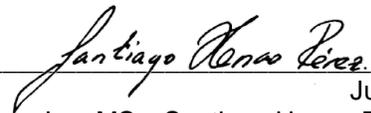
**Ing. MSc. Maritza Cecilia Villamizar Roperó
Director**

Bogotá, D.C., 18 de noviembre de 2022

La tesis de maestría titulada “*Lineamientos para la implementación de un sistema de gestión de activos sostenible, en la infraestructura de transporte carretero departamental. Caso de estudio: Departamento de Cundinamarca, Colombia*”, presentada por Camilo José Guzmán Guevara, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Tránsito y Transporte.



Director de la tesis
Ing. MSc. Maritza Cecilia Villamizar Roperó



Jurado
Ing. MSc. Santiago Henao Pérez



Jurado
Ing. MSc. Jose Ignacio Nieto García

Bogotá, D.C., 18 de noviembre de 2022

Dedicatoria

A mi padre que recordare por siempre.

A mi madre por todo su apoyo y amor incondicional.

A mis hermanos, mis compañeros de vida.

“Si le diéramos más valor a la comida, la alegría y las canciones que al oro atesorado, este mundo sería más feliz”. “Thorin Escudo de Roble”. El Hobbit

Agradecimientos

A mi directora Ing. Maritza Villamizar por su apoyo, dedicación y colaboración en la elaboración del presente documento.

A todos los que dedicaron su tiempo para proporcionar la información necesaria del estudio.

Al Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU por facilitarme el tiempo, colaboración y la información para la realización de este trabajo de grado.

Resumen

En la vigencia 2019 el modo carretero conto con el 77% de las asignaciones del sector transporte en Colombia, inversiones asociadas principalmente a mejorar el estado de la infraestructura vial que asciende a 205.379 kilómetros de vías aproximadamente, en donde el 78% se encuentran a cargo de los departamentos y municipios. Red vial nacional evaluada por el foro económico mundial en 2019, posicionándola en el puesto 104 de los 144 países analizados para el componente “Calidad infraestructura Vial”. Este marcado deterioro de la red continúa generando pérdida de competitividad de la nación frente a la región y el resto del mundo, razón por la cual es necesario establecer desde su gestión y planeación, medidas para el uso eficaz, eficiente y transparente de los recursos.

Por consiguiente, este documento tiene como propósito determinar mejoras viables de los procesos de planeación en las entidades departamentales colombianas para la gestión de su infraestructura vial, que logren aportar al objetivo del buen uso de los recursos disponibles, tomando como caso de estudio el departamento de Cundinamarca, y parte de la ciudad región con Bogotá que le da una importancia estratégica para la nación.

Se identificaron en primera medida, los procesos y mejoras que se siguen en las diferentes partes del mundo y lo recomendado por agencias viales internacionales, encontrándose que desde hace varias décadas se utiliza el enfoque de gestión de activos y sus sistemas asociados para la administración de infraestructura de transporte. De igual forma, se realiza un diagnóstico de los procesos de planeación adelantados por las gobernaciones y sus entidades competentes del sector vial; y con un análisis cualitativo de brechas, se examinan las variables y componentes del enfoque frente a las practicas llevadas a cabo por las entidades territoriales haciendo énfasis en el caso de estudio local.

Como último se obtiene la viabilidad de la adopción de principios del enfoque recomendado internacionalmente para la infraestructura vial departamental, la cual está orientada con la normativa vigente del sector y aportar al cumplimiento de su misión, funciones y restricciones presupuestales. Se plantean lineamientos y recomendaciones en diferentes niveles para que la entidad seleccionada como caso de estudio local, logre la implementación de un sistema de gestión de activos para su red vial y así. mejorar sus procesos que impacten positivamente en el estado de la red y el adecuado uso de recursos financieros y naturales.

Palabras Clave: infraestructura vial, planeación, gestión de activos viales, vías regionales, administración pública.

Abstract

In 2019, the road mode accounted for 77% of the allocations of the transportation sector in Colombia, investments mainly associated with improving the state of road infrastructure amounting to approximately 205,379 kilometers of roads, where 78% are in charge of the departments and municipalities. National road network evaluated by the World Economic Forum in 2019, ranking it 104th out of 144 countries analyzed for the "Road Infrastructure Quality" component. This marked deterioration of the network continues to generate loss of competitiveness of the nation against the region and the rest of the world, which is why it is necessary to establish from its management and planning, measures for the effective, efficient and transparent use of resources.

Therefore, the purpose of this document is to determine feasible improvements in the planning processes in the Colombian departmental entities for the management of their road infrastructure, which can contribute to the objective of the good use of available resources, taking as a case study the department of Cundinamarca, and part of the city region with Bogotá, which gives it a strategic importance for the nation.

Firstly, the processes and improvements followed in different parts of the world and the recommendations of international road agencies were identified, finding that for several decades the asset management approach and its associated systems have been used for the administration of transportation infrastructure. In the same way, a diagnosis of the planning processes carried out by the governments and their competent entities of the road sector is made; and with a qualitative gap analysis, the variables and components of the approach are examined in relation to the practices carried out by the territorial entities, emphasizing on the local case study.

Finally, the feasibility of adopting the principles of the internationally recommended approach for departmental road infrastructure is obtained, which is oriented to the sector's current regulations and contribute to the fulfillment of its mission, functions and budgetary restrictions. Guidelines and recommendations are proposed at different levels for the entity selected as a local case study, to achieve the implementation of an asset management system for its road network and thus improve its processes that have a positive impact on the condition of the network and the proper use of financial and natural resources.

Keywords: road infrastructure, planning, road asset management, regional roads, public administration.

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN	17
1.1	Objetivos	20
1.1.1	Objetivo General	20
1.1.2	Objetivos Específicos	20
1.2	Metodología	20
2	GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN EL MUNDO	23
2.1	Publicaciones del Enfoque Gestión de Activos.....	24
2.1.1	Gestión de activos: una anatomía. Versión 3 del IAM	24
2.1.2	Guía de gestión de activos de transporte (Guía TAM) de AASHTO	25
2.1.3	Guía de gestión de activos (GAM) de Austroads.....	26
2.1.4	Manual de gestión de activos de PIARC	27
2.2	Sistemas de gestión de activos en infraestructura vial (SGAV)	28
2.2.1	Estrategia y planeación	30
2.2.2	Información de activos	31
2.2.3	Toma de decisiones en la gestión de activos	36
2.2.4	Ciclo de vida	40
2.2.5	Organización y personas.....	42
2.2.6	Riesgo y revisión.....	43
2.3	Casos de estudio internacionales.....	44
2.3.1	Estados Unidos	44
2.3.2	España.....	45
2.3.3	Chile.....	48
2.3.4	Perú	52
3	INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA	55
3.1	Marco Normativo.....	56
3.1.1	Administración y competencias	57
3.1.2	Sector transporte carretero.....	60
3.2	Avances en gestión vial en Colombia.....	62
3.2.1	Conpes 3272 de 2004 “Política integral de infraestructura vial”.....	63

3.2.2	Conpes 3480 de 2007 “Política para el mejoramiento de la gestión vial departamental a través de la implementación del Plan Vial Regional”	64
3.2.3	Categorización de la red vial nacional	65
3.2.4	Inventarios viales	66
3.2.5	Conpes 3857 de 2016 “Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria”	67
3.2.6	Decreto 129 de 2020.....	70
3.2.7	Sistema Inteligente de Gestión de Infraestructura (SIGI) del INVIAS	71
3.3	Caracterización de departamentos en Colombia	72
3.3.1	Demografía y economía	74
3.3.2	Índice Departamental de Competitividad - IDC.....	77
3.3.3	Ingresos e inversión pública	81
3.4	Institucionalidad para la gestión de infraestructura vial departamental	87
3.5	Metas para el sector vial departamental en el periodo 2020 - 2024.....	89
3.6	Diagnóstico de la gestión de infraestructura vial.....	90
3.6.1	Activos gestionados por las entidades	91
3.6.2	Conocimiento de la demanda.....	91
3.6.3	Estado de los activos	92
3.6.4	Toma de decisiones	93
3.6.5	Seguimiento al ciclo de vida.....	94
4	CASO DE ESTUDIO LOCAL. DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA	96
4.1	Demografía	97
4.2	Economía y competitividad.....	100
4.3	Infraestructura de transporte	102
4.3.1	Transporte aéreo.....	102
4.3.2	Transporte férreo	102
4.3.3	Transporte carretero.....	104
4.4	Administración y gestión de la infraestructura vial a cargo del departamento	108
4.4.1	Subgerencia de Infraestructura ICCU.....	110

5	LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEPARTAMENTAL.....	113
5.1	Análisis de la información.....	113
5.1.1	Análisis de brechas de departamentos en la gestión de activos.....	115
5.1.2	Análisis del caso de estudio local, departamento de Cundinamarca	117
5.2	Lineamientos para la evolución de la entidad vial.....	119
5.2.1	Institucionalidad	119
5.2.2	Gestión estratégica	119
5.2.3	Estructura organizacional.....	121
5.3	Lineamientos para la implementación del SGAV	123
5.3.1	Planeación Estratégica.....	124
5.3.2	Inventario de activos	125
5.3.3	Seguimiento y Monitoreo de Activos	126
5.3.4	Análisis y Modelación.....	126
5.3.5	Toma de Decisiones.....	127
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
8	ANEXOS.....	136

Índice de figuras

Figura 1-1. Puntuación países de ALC, componente Infraestructura de Transporte	18
Figura 1-2. Esquema metodología del estudio.	22
Figura 2-1. Presiones sobre la infraestructura.....	23
Figura 2-2. Alineación de los 39 temas del panorama en la Gestión de Activos con los seis grupos de temas.....	25
Figura 2-3. Contenido de la Guía TAM de AASHTO	26
Figura 2-4. Contenido de la Guía de gestión de activos (GAM) de Austroads.....	26
Figura 2-5. Contenido del Manual de gestión de activos de PIARC.	27
Figura 2-6. Factores de éxito en SGAV.	29
Figura 2-7. Modelo conceptual de la gestión de activos.....	30
Figura 2-8. Estrategia de gestión de activos viales.	31
Figura 2-9. Sección transversal vía Anapoima - El Triunfo, Cruce Mesa de Yeguas, Anapoima, Cundinamarca.....	32
Figura 2-10. Vehículo de superficie digital.....	34
Figura 2-11. El proceso de asignación de recursos	39
Figura 2-12. Etapas del ciclo de vida de un activo de transporte.....	41
Figura 2-13. Proceso de planeación del ciclo de vida.	42
Figura 2-14. Proceso para la gestión del riesgo.	43
Figura 2-15. Requerimientos federales y estatales en la gestión de activos.	45
Figura 2-16. Evolución estado de pavimentos España.	47
Figura 2-17. Asignaciones Estrategia de conservación de carreteras 2018-2021, Comunidad de Madrid, España.	48
Figura 2-18. Distribución de la red vial por tipo de capa de rodadura.	50
Figura 2-19. Distribución del tipo de conservación a aplicar en la Red Vial Nacional 2021.	51
Figura 2-20. Metas de implementación del SGA en la RVN no concesionada.	53
Figura 3-1. Red vial Colombia por categoría y competencia.....	56
Figura 3-2. Estado de la red primaria pavimentada y no pavimentada administrada por INVIAS.	56
Figura 3-3. Recaudo sobretasa a la gasolina (2000 – 2019).....	59
Figura 3-4. Déficit en el pasivo vial y comportamiento del estado de la red 1998-2010.	63
Figura 3-5. Indicadores para priorización de vías en el marco del PVD.	64
Figura 3-6. Planes viales departamentales aprobados.	65
Figura 3-7. Avance inventarios red vial terciaria aprobada y cargada en SINC.....	67
Figura 3-8. Ejes problemáticos en la gestión vial de la red terciaria.	68
Figura 3-9. Asignación de puntajes para priorización de vías terciarias en un municipio o región.....	69
Figura 3-10. Módulos Sistema Integrado de Gestión de Puentes (SIGP).....	71
Figura 3-11. PIB año 2020 departamentos seleccionados.....	75

Figura 3-12. PIB por sectores económicos en departamentos seleccionados.....	77
Figura 3-13. Resultados IDC 2022.	78
Figura 3-14. Componentes pilar infraestructura IDC 2022.	80
Figura 3-15. Resultados IDC componentes INF-2-4, INF-2-5 y INF-2-6 del pilar infraestructura para departamentos seleccionados.	81
Figura 3-16. Total ingresos diferentes al SGR frente a población por departamento.	82
Figura 3-17. Total ingresos por sobretasa a la gasolina frente a población por departamento.	83
Figura 3-18. Total inversiones diferentes al SGR por departamento.	84
Figura 3-19. Inversiones diferentes al SGR por sectores y departamentos cuatrienio 2017 – 2020.	85
Figura 3-20. Total inversiones del SGR por departamento cuatrienio 2017 – 2020.	85
Figura 3-21. Inversiones del SGR por sectores y departamentos cuatrienio 2017 – 2020.	86
Figura 3-22. Red vial a cargo de los departamentos analizados.	87
Figura 4-1. Distribución de la población a 2022 por provincias del departamento.	98
Figura 4-2. Distribución espacial de la población por provincia.	99
Figura 4-3. Actividades económicas por provincia.	100
Figura 4-4. Resultados generales ICPC 2018.	101
Figura 4-5. Esquema RegioTram de Occidente.	104
Figura 4-6. Composición red vial a cargo del departamento de Cundinamarca.	106
Figura 4-7. Inversiones diferentes al SGR por sectores del 2017 al 2020.	106
Figura 4-8. Inversiones del SGR por sectores.	107
Figura 4-9. Organigrama del ICCU.	109
Figura 4-10. Esquema conceptual del proceso de planeación para inversión en vías del departamento.	111
Figura 5-1. Jerarquía de procesos.	117
Figura 5-2. Organigrama ICCU propuesto. En gris áreas existentes y nuevas en azul.	121
Figura 5-3. Componentes para implementación del SGAV en infraestructura vial en Cundinamarca. ...	124
Figura 5-4. Alineación de políticas y planes.	125
Figura 5-5. Portafolio de activos de infraestructura vial.	125
Figura 5-6. Componentes para la priorización de intervenciones.	127

Índice de tablas

Tabla 2-1. Mediciones de condición para activos de infraestructura vial.	33
Tabla 2-2. Datos operativos de la infraestructura vial.	35
Tabla 2-3. Resultados USA IGC del WEF. Pilar Infraestructura.....	44
Tabla 2-4. Distribución red vial española.....	46
Tabla 2-5. Resultados España Índice Global de Competitividad WEF. Pilar Infraestructura.....	46
Tabla 2-6. Resultados Chile Índice Global de Competitividad WEF. Pilar Infraestructura.....	48
Tabla 2-7. Resumen de la longitud de la red vial nacional, según clasificación de los caminos y capa de rodadura – DIC. 2020.....	49
Tabla 2-8. Límites del ICP para asignación del Estado de los pavimentos.....	50
Tabla 2-9. Acciones de conservación para pavimentos asfálticos.	51
Tabla 2-10. Resultados Índice Global de Competitividad WEF. Pilar Infraestructura.	52
Tabla 2-11. Longitud de la red vial existente del Sistema Nacional de Carreteras, según tipo de superficie, jerarquía y competencia, 2021.....	52
Tabla 3-1. Red vial Colombia por categoría y competencia. Cifras en kilómetros.....	56
Tabla 3-2. Tarifas de la sobretasa a la gasolina.....	59
Tabla 3-3. Avance en categorización vial aprobada por tipo de entidad.....	66
Tabla 3-4. Cantidad de departamentos por categoría al año 2022.	72
Tabla 3-5. Departamentos seleccionados como muestra y su categoría.....	73
Tabla 3-6. Características demográficas de departamentos seleccionados.....	74
Tabla 3-7. Resultados IDC componentes del pilar infraestructura para departamentos seleccionados.	80
Tabla 3-8. Metas de los PDD 2020 - 2024 para departamentos analizados.....	90
Tabla 4-1. Municipios por provincia. Cabecera en negrita.	96
Tabla 4-2. Número de municipios de Cundinamarca por categoría al año 2022.	99
Tabla 4-3. Aeropuertos y aeródromos en Cundinamarca.....	102
Tabla 4-4. Red férrea en Cundinamarca.	102
Tabla 4-5. Peajes administrados directamente por el departamento.	107
Tabla 5-1. Prácticas de los SGAV y departamentos para la gestión de infraestructura vial.	113

Índice de mapas

Mapa 3-1. Departamentos seleccionados como muestra.	73
Mapa 4-1. Población a 2022 por municipios del departamento de Cundinamarca.	97
Mapa 4-2. Red vial departamento de Cundinamarca.	105

Índice de anexos

Anexo I. Misión y principales funciones de las entidades encargadas de la gestión de infraestructura vial departamental.

Anexo II. Estructura organizativa entidades encargadas de gestión de infraestructura vial departamental.

Anexo III. Metas de los PDD asociadas a la infraestructura vial departamental para el periodo 2020 – 2024.

Anexo IV. Entrevista.

Anexo V. Encuesta entidades administradoras de infraestructura vial departamental.

Lista de abreviaturas

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AEC	Asociación Española de la Carretera
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF	Banco de desarrollo de América Latina
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Naciones unidas)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EFR	Empresa Férrea Regional
FHWA	Federal Highway Administration (USA)
FINDETER	Financiera de Desarrollo Territorial
IAM	Institute of Administrative Management (UK)
ICP	Índice de Condición del Pavimento
IGC	Índice Global de Competitividad
INVIAS	Instituto Nacional de Vías (Colombia)
IRI	Índice de Rugosidad Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización
JAC	Junta de Acción Comunal
MOP	Ministerio de Obras Públicas (Chile)
NHS	National Highway System (USA)
PDD	Plan Departamental de Desarrollo
PIARC	World Road Association
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNVIR	Plan Nacional de Vías para la Integración Regional
PVD	Plan Vial Departamental
SGAV	Sistema de Gestión de Activos Viales
SGR	Sistema General de Regalías
SHS	State Highway System (USA)
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SINC	Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras
TAMP	Transportation Asset Management Plan
WEF	World Economic Forum

1 INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de las actividades humanas requieren la movilidad de los individuos de un lugar determinado a otro, ya sea por deporte, recreación o trabajo. Así mismo, se requiere la movilidad de bienes y servicios para suplir necesidades de cada área geográfica. Rodrigue afirma que esta movilidad es respaldada e impulsada por sistemas de transporte compuestos de infraestructuras, modos y terminales. Permiten que individuos, instituciones, corporaciones, regiones y naciones interactúen y asuman actividades económicas, sociales, culturales o políticas. (Rodrigue, 2020)

Estas infraestructuras para el transporte son específicas para cada modo. Las vías sobre su superficie permiten la movilidad de vehículos, los rieles guían y soportan el material rodante y las tuberías conducen materias primas en su interior. Además de brindar un servicio específico para el transporte, las infraestructuras también traen consigo desarrollo y crecimiento a las regiones.

En particular, la infraestructura vial no es solo un importante motor de desarrollo, sino, además, uno de los activos más valiosos del sector público. Sin embargo, en América Latina y el Caribe (ALC) este patrimonio ha sido descuidado, y existe una brecha importante entre las expectativas y necesidades de la población y el nivel de servicio brindado por las redes viales. (Flintsch, 2019)

La infraestructura del modo carretero históricamente ha estado a cargo del sector público a diferencia de otros como el marítimo o aéreo en donde empresas privadas administran flotas de aviones o buques. En este sentido, la administración de la infraestructura vial es realizada desde distintos niveles de gobierno que ven a las redes viales no solo como bienes que prestan un servicio, sino como una herramienta para llevar progreso a las regiones y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Al tener una importancia tan alta, la administración de las redes viales depende directamente de las políticas públicas y gobiernos que las implementan en sus planes de desarrollo, programas y proyectos derivados. No obstante, es posible evidenciar políticas que recomiendan métodos de priorización de la inversión en función de componentes técnicos, tales como demanda de transporte, características sociales, ambientales y económicas, entre otros, que en ocasiones no son realmente utilizados y tal como mencionan algunos autores, los métodos de planificación no son guiados por una visión de desarrollo a largo plazo que trascienda las diferencias políticas. (Piazza et al., 2021)

Según cifras del Ministerio de Transporte, el modo carretero en Colombia tuvo una participación del 77% en la distribución de los recursos presupuestales de inversión pública

en el sector transporte en la vigencia 2019. Así mismo, dicho ministerio estima una red vial nacional de 205.379 km, que en virtud con la Ley 105 de 1993 se integra y delega su administración y planeación de gran parte de la infraestructura de transporte a las entidades territoriales, a saber, departamentos y municipios. La red vial nacional es aquella que comunica veredas, ciudades, municipios y/o departamentos, sin incluir las vías urbanas.

La infraestructura de transporte de la nación fue evaluada por el Foro Económico Mundial en su reporte global de competitividad para el año 2019, posicionando a Colombia en el puesto 92 de los 144 países estudiados. En los componentes de “Conectividad vial” y “Calidad infraestructura vial”, el país ni siquiera alcanza los promedios de la región.

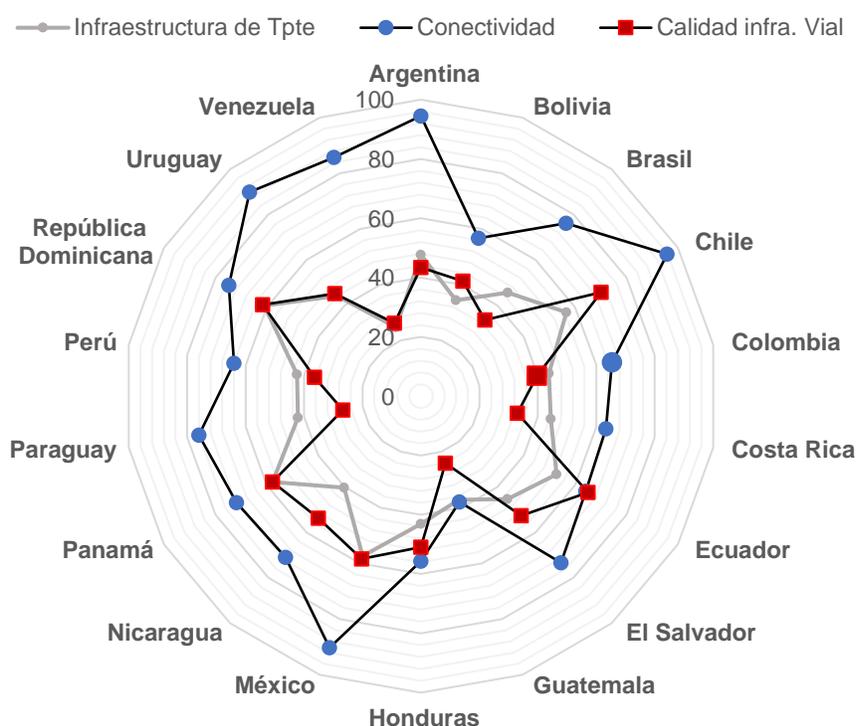


Figura 1-1. Puntuación países de ALC, componente Infraestructura de Transporte

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del GCI 2019 (Schwab, 2019).

La mala calidad de la infraestructura vial del país se debe a diversos factores y causas como la falta de presupuesto, obras defectuosas y el poco o inexistente mantenimiento de estas, así mismo el desconocimiento de las vías, su estado y necesidades. Por ende se puede determinar cómo problema central, la deficiente planeación de la infraestructura de transporte carretero en el país, y especialmente en las entidades territoriales. El estudio se acota al nivel departamental por ser el encargado de gran parte de la red nacional y brindar el apoyo a entidades municipales de su jurisdicción, en la conservación y desarrollo de las vías competencia de estas.

Considerando lo anteriormente expuesto, se evidencia la necesidad de encontrar alternativas para optimizar la planeación de la infraestructura vial del país que ayude al mejoramiento y conservación de la deteriorada red. En este sentido, este trabajo busca exponer los beneficios encontrados en diferentes partes del mundo que han optado por el enfoque denominado Gestión de Activos para la administración de carreteras. Al igual que la identificación del estado actual de las prácticas de entidades departamentales colombianas, para así determinar la factibilidad y lineamientos de implementación de Sistemas de Gestión de Activos en el caso de estudio local, departamento de Cundinamarca.

Este documento tiene la siguiente estructura: el segundo capítulo expone la bibliografía más relevante acerca del enfoque adoptado para la planeación de infraestructura vial a nivel mundial, componentes de los sistemas de gestión de activos y casos de estudio internacionales que han implementado o se encuentran en la transición hacia este enfoque. Los casos seleccionados son Estados Unidos, España, Chile y Perú.

El tercer capítulo expone las particularidades normativas, competencias y avances en la gestión de infraestructura vial para el caso colombiano, así mismo, la caracterización de los departamentos de las categorías uno y especial para el año 2022 en aspectos demográficos, económicos, entre otros, haciendo énfasis en los recaudos y destinaciones para el sector vial. Se incluye el diagnóstico del estado de la gestión vial para cada departamento partiendo de los resultados de las encuestas realizadas y documentación oficial analizada.

En el capítulo cuarto se identifica la realidad del departamento de Cundinamarca como caso de estudio local, haciendo el análisis demográfico, económico y de competitividad de conformidad con sus 15 provincias. Por otra parte se analiza la institucionalidad y procesos para la administración de los activos viales a su cargo, partiendo de las respuestas a la encuesta y la entrevista realizada al funcionario competente.

Con la información de los SGAV analizada, la normativa del sector vial colombiano y las características del caso de estudio particular, en el capítulo quinto, se realiza el análisis de la información con una identificación de brechas, para así dar los lineamientos que permitirán la transformación de la entidad territorial seleccionada y los lineamientos para la implementación de los principios y sistemas de gestión de activos en la infraestructura vial departamental.

Por último, en el capítulo sexto se presentan las conclusiones del estudio y recomendaciones para tener en cuenta por las entidades territoriales para mejorar su gestión y para la academia en investigaciones que tengan objetivos similares.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Desarrollar lineamientos para la implementación de un Sistema de Gestión de Activos, en la infraestructura de transporte carretero no concesionada a nivel departamental.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Reconocer modelos y procesos de planeación y gestión de infraestructura de transporte carretero utilizados por agencias viales internacionales, obteniendo información de casos de estudio.
- Identificar estructuras organizativas, estrategias y procesos de planeación para caracterizar entidades territoriales de orden departamental, administradoras de infraestructura de transporte carretero.
- Identificar el caso de estudio local y comparar sus estrategias y procesos de planeación con prácticas utilizadas a nivel mundial y otras entidades departamentales administradoras de infraestructura de transporte carretero.
- Proponer lineamientos para la implementación de un sistema de gestión de activos en la infraestructura de transporte carretero no concesionada para el caso de estudio local, alineado con las características específicas de la administración y el marco normativo nacional del sector transporte.

1.2 Metodología

Con el problema central identificado en la deficiente planeación de la infraestructura de transporte carretero en el país, se estructuró una investigación que tuviera en cuenta las prácticas utilizadas y recomendadas por autores reconocidos y agencias viales en el mundo para la administración vial, y los procesos llevados a cabo en el caso colombiano acotándolo a las entidades departamentales, para así verificar que la problemática planteada es real e identificar alternativas y oportunidades para aportar en su solución. En tal virtud, la metodología se ejecutó en cuatro pasos.

En primer lugar se hizo una investigación exploratoria con recolección de información bibliográfica relacionada con planeación de infraestructura de transporte, casos de estudio internacionales, legislación y marco normativo del sector transporte en Colombia y documentos oficiales de gobernaciones. Se estructuraron y aplicaron encuestas a nueve departamentos con el fin de conocer sus procesos de planeación y madurez, enfocando el cuestionario a los componentes más relevantes para la gestión de carreteras. Encuestas que adaptan elementos de la investigación de Gerardo Flintsch del 2019 para el BID denominada *“Estado de la gestión de activos viales en América Latina y el Caribe”*. Adicional entrevista

semiestructurada a funcionario clave del caso de estudio local, Departamento de Cundinamarca.

En segundo lugar se hizo el procesamiento de la información recopilada, seleccionando así las mejores prácticas internacionales y locales en gestión de infraestructura de transporte. Se caracterizó a las entidades encargadas de administración de carreteras departamentales a partir de sus particularidades, procesos, herramientas y prácticas de planeación. Al igual que el procesamiento de la entrevista dada por el caso de estudio local para determinar su cultura organizacional frente a su misión y funciones.

El tercer paso fue el análisis de la información y resultados, con un examen cualitativo de la información procesada encontrando las brechas existentes en las entidades territoriales colombianas frente a prácticas internacionales. De igual forma, se analizó toda la información del caso local referente a procesos, metodologías, contrataciones y personal para proceder con la formulación de recomendaciones.

Por último, a través de la interpretación de resultados, se formularon lineamientos para la implementación del Sistema de Gestión de Activos dentro en el caso de estudio local y el planteamiento de recomendaciones y oportunidades para continuar y ampliar el tema de investigación.

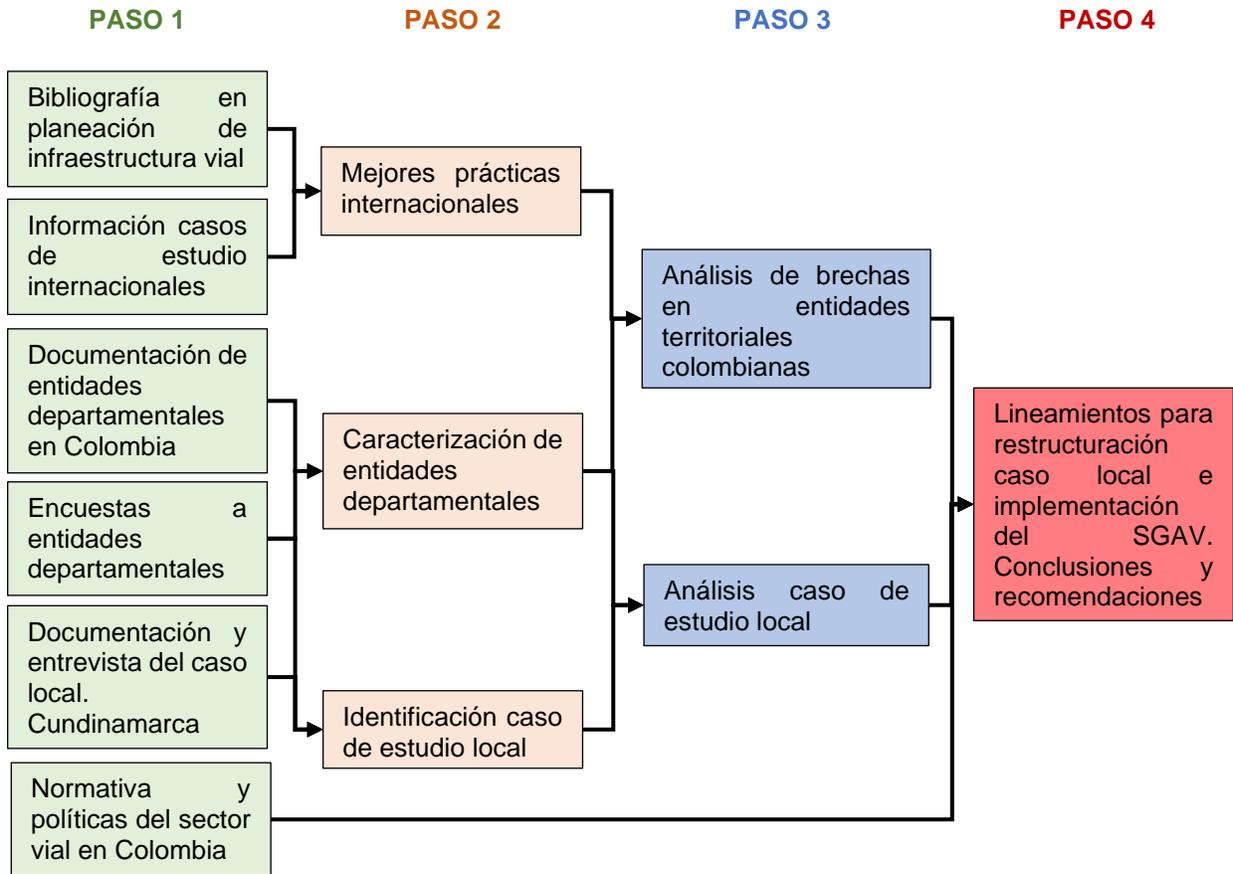


Figura 1-2. Esquema metodología del estudio.

2 GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN EL MUNDO

El sector carretero a nivel mundial es predominantemente administrado por el estado, esto en virtud de que las vías son de interés público y su acceso debe ser lo más abierto posible.

Investigaciones como la de (Trojanová, 2014) afirman que los administradores de carreteras difieren entre sí, significativamente con el presupuesto disponible, la longitud de las carreteras de las que son responsables, las demandas, y muchas otras cuestiones, pero su tarea es la misma. Desarrollar y mantener un sistema de transporte seguro, ecológico y eficiente.

De conformidad con lo anterior, es innegable que las infraestructuras de servicios públicos como el transporte carretero tienen una serie de restricciones y presiones que deben sortearse de la mejor manera posible por parte de sus administradores, ya sean públicos o privados.

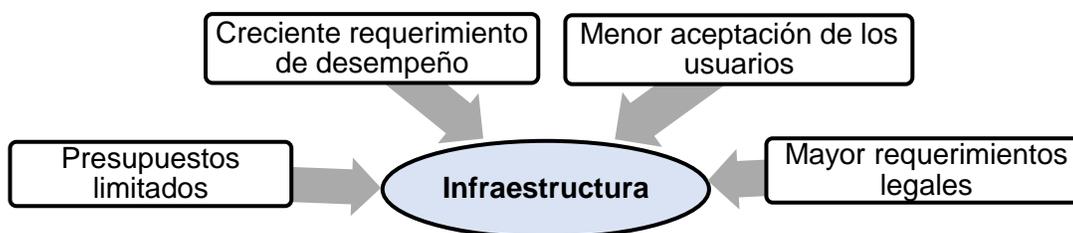


Figura 2-1. Presiones sobre la infraestructura.

Fuente: traducido al español de (van der Velde et al., 2013)

Presiones como las relacionadas en la Figura 2-1, obligan a las entidades a no limitarse en la construcción de obras sino a especializarse en diversas áreas que permitan administrar las redes de carreteras a su cargo, las cuales requieren la inversión de recursos físicos, de talento humano y financieros cada vez más limitados, al igual que a cumplir con las normas legales y ambientales vigentes del sector. Así mismo, las demandas por parte de los usuarios de la infraestructura y habitantes de los territorios que comunican y benefician son cada vez mayores y más visibles.

En este sentido y para lograr identificar la problemática presente en Colombia en cuanto a la mala calidad de la infraestructura de transporte carretero generada por su deficiente planeación, se realizó la investigación de los modelos y procesos adoptados en diferentes latitudes, encontrando así el enfoque denominado “gestión de activos viales”

En este contexto, (Amendola et al., 2017) mencionan que, “a nivel internacional existe un consenso respecto a la necesidad de adoptar un enfoque de gestión de activos para la

gestión de la infraestructura vial” (p.2). Enfoque que ha sido documentado por diversas agencias, a saber, Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y de Transporte (AASHTO), Austroads, Instituto de Gestión de Activos (IAM), Manual Internacional de Gestión de Infraestructuras (IIMM, 2014) y las normas internacionales ISO 55000 (ISO 55000:2014, ISO 55001:2014, ISO 55002:2014), entre otras.

Los activos a que se hace referencia se tratan de los diferentes elementos que componen la infraestructura, tales como los pavimentos, puentes, cunetas, alcantarillas, muros y taludes, así mismo, la operación de una infraestructura no solo depende de activos físicos, sino también de otros elementos como la información, medios financieros, aspectos humanos e intangibles. (van der Velde et al., 2013).

La gestión de activos de transporte se define por (AASHTO, 2013) como:

Proceso estratégico y sistemático de operar, mantener, actualizar y expandir los activos físicos de manera efectiva a lo largo de su ciclo de vida. Se centra en las prácticas comerciales y de ingeniería para la asignación y utilización de recursos, con el objetivo de una mejor toma de decisiones basada en información de calidad y objetivos bien definidos.

Tal como se menciona en la “Gestión de activos: una anatomía. Versión 3”, publicada por el Instituto de Gestión de Activos (IAM), la gestión de activos no es algo novedoso, sino que se ha realizado durante mucho tiempo, no obstante, su documentación y estructuración de manera ordenada se observa a partir de la década de 1980, en donde la industria del petróleo, agua potable y el sector transporte evidencian la necesidad de administrar activos físicos de gran valor durante largos periodos de tiempo.

2.1 Publicaciones del Enfoque Gestión de Activos

A continuación, se exponen algunas de las publicaciones realizadas por distintas agencias viales o de desarrollo acerca del enfoque. No se entrará a detallar cada uno de estos documentos ya que no es el objetivo de esta investigación hacer un análisis de su contenido, sino el de mostrar el amplio estudio que la gestión de activos ha tenido alrededor del mundo.

2.1.1 Gestión de activos: una anatomía. Versión 3 del IAM

El Institute of Asset Management (IAM) es un organismo profesional del Reino Unido fundado en 1994 dedicado al estudio y desarrollo de conocimiento sobre la gestión de activos. En el documento se presentan y definen los temas más relevantes de la gestión de activos aplicable a cualquier industria o sector. Se encuentra organizado en 39 temas agrupados en 6 grupos tal como se muestra en la Figura 2-2.

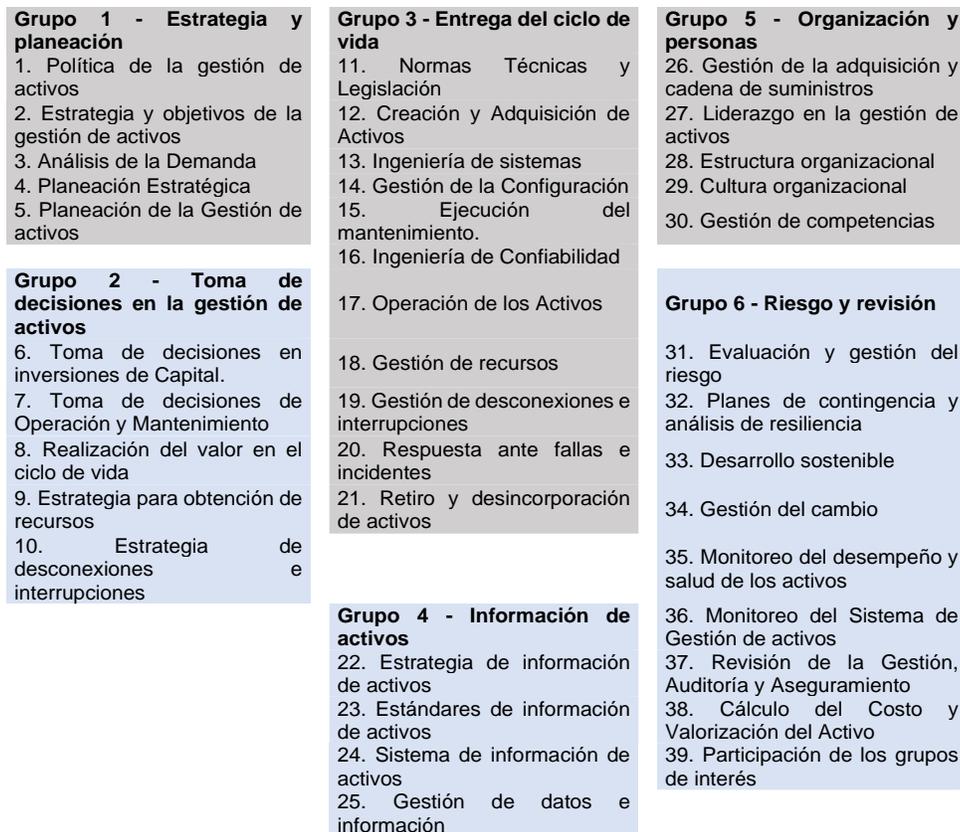


Figura 2-2. Alineación de los 39 temas del panorama en la Gestión de Activos con los seis grupos de temas.

Fuente: (IAM, 2015)

2.1.2 Guía de gestión de activos de transporte (Guía TAM) de AASHTO

AASHTO es una asociación de los Estados Unidos reconocida internacionalmente por sus aportes e investigación en lo referente con la construcción y conservación de vías, a través de publicaciones relacionadas con diseños de pavimentos, geometría, normas y especificaciones técnicas. No obstante, también posee publicaciones que tratan el tema de administración y gestión de infraestructura vial. En este sentido, en su portal web presenta la Guía TAM, documento enfocado en la gestión de activos de transporte para uso de los departamentos de transporte, DOT por sus siglas en inglés, de los Estados Unidos. Sin embargo, aplicable para diferentes países y organizaciones. El documento se subdivide en 7 capítulos incluyendo su introducción, en los cuales se abarcan los elementos más importantes del enfoque y su alineación con políticas de infraestructura de transporte estatales y federales.



Figura 2-3. Contenido de la Guía TAM de AASHTO

Fuente: traducido al español de (AASHTO, 2013)

2.1.3 Guía de gestión de activos (GAM) de Austroads

Austrroads es el colectivo de las agencias de transporte de Australia y Nueva Zelanda, encargado de llevar a cabo investigaciones para ayudar a las agencias viales de estos países a resolver problemas. Así mismo, desarrolla guías y herramientas para promover el diseño, mantenimiento y operación de redes de carreteras. En este sentido, la GAM se encuentra conformada por 15 partes que comprenden temas de alto nivel estratégico y políticas hasta niveles más específicos y técnicos. La guía toma referencias de otras organizaciones internacionales con el fin de que pueda ser utilizada sin restricción de ubicación geográfica.

Descripción general	Procesos de gestión de activos	Información técnica
<ul style="list-style-type: none"> • Parte 1: Introducción • Parte 2: Gestión de la gestión de activos 	<ul style="list-style-type: none"> • Parte 3: Alcance de la gestión de activos • Parte 4: Necesidades, expectativas y niveles de servicio del cliente • Parte 5: Enfoque estratégico para la gestión de redes viales • Parte 6: Definición y comprensión de los requisitos de activos • Parte 7: Desarrollo e implementación de programas • Parte 8: Gestión financiera • Parte 9: Datos y sistemas de gestión de información de activos • Parte 10: Implementación y mejora 	<ul style="list-style-type: none"> • Parte 11: Técnicas para reducir los impactos sociales y ambientales • Parte 12: Pavimentos • Parte 13: Estructuras • Parte 14: Otros activos • Parte 15: Suplementos técnicos

Figura 2-4. Contenido de la Guía de gestión de activos (GAM) de Austroads.

Fuente: traducido al español de (Austroads, 2020)

2.1.4 Manual de gestión de activos de PIARC

La Asociación Mundial de la Carretera con sede en Francia, fomenta la discusión e intercambio de conocimiento acerca del transporte de carretera y la infraestructura asociada. Así mismo, es una entidad consultiva ante el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC). Desarrolla múltiples documentos para ayudar a las agencias viales alrededor del mundo a cumplir con sus obligaciones frente al sistema vial.

El Manual de gestión de activos ¡Una guía para practicantes!, se divide en 4 secciones principales, compuestas por capítulos abarcando al igual que otras publicaciones, desde los niveles más altos de las organizaciones hasta lo más específico.

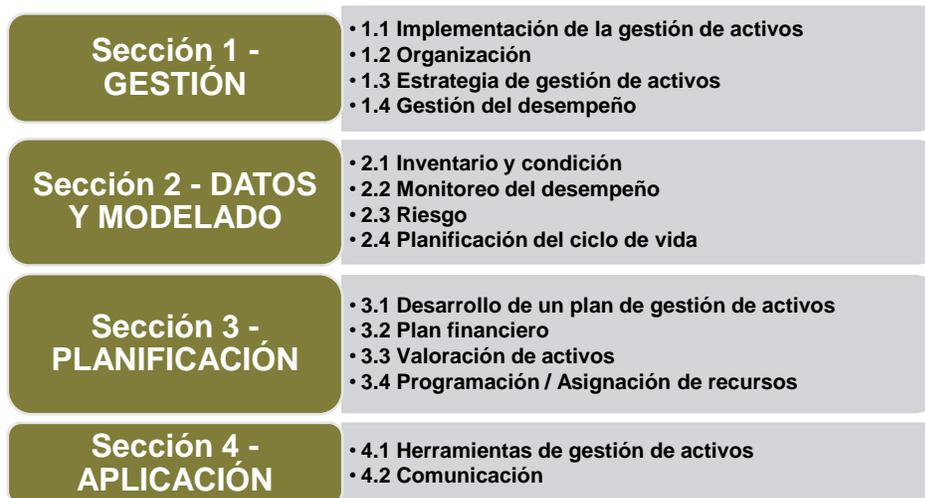


Figura 2-5. Contenido del Manual de gestión de activos de PIARC.

Adicional a estas publicaciones de diferentes organismos del sector transporte carretero y su infraestructura asociada, así como los afines al tema de gestión de activos, es necesario mencionar las normas internacionales ISO 55000 (ISO 55000:2014, ISO 55001:2014, ISO 55002:2014) de la Organización Internacional de Normalización.

- ISO 55000:2014. Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología.
- ISO 55001:2014. Gestión de activos - Sistemas de gestión - Requisitos
- ISO 55002:2014. Gestión de activos - Sistemas de gestión - Directrices para la aplicación de la norma ISO 55001.

Estas normas están destinadas a empresas o entidades que administran activos de cualquier tipo. Empresas con grandes estándares de calidad como las petroleras, hidroeléctricas, hospitales y del sector transporte hacen uso de estas.

Si bien el objetivo de la norma es que sea utilizada por empresas de cualquier tamaño o capacidad. En el sector de infraestructura vial, solo las entidades o agencias viales más

especializadas y con una madurez importante en la gestión de activos buscan certificarse ante la ISO.

2.2 Sistemas de gestión de activos en infraestructura vial (SGAV)

Los (SGAV) son un conjunto de elementos y procesos interrelacionados para la toma de decisiones a partir de información de calidad y practicas tanto de ingeniería como de ciencias económicas, sociales y ambientales, que logren la administración de las redes de carreteras y sus componentes durante todo su ciclo de vida completo, es decir, a través de su diseño, construcción y conservación. Este enfoque es de vital importancia ya que como indica (Schliessler, 1994), la tarea del pasado era construir un sistema de carreteras y caminos; la tarea de hoy es conservar este sistema y adaptarlo a las necesidades de los usuarios.

Algunos de los beneficios más relevantes encontrados mediante los SGAV han sido:

- Toma de decisiones a partir de criterios técnicos, sociales, ambientales y económicos.
- Alejamiento o bloqueo de intereses políticos.
- Inversiones más eficientes.
- Programación de inversión coherente con necesidades reales e intervenciones en el momento y valor adecuado.
- Mejor comunicación a interesados de los diferentes niveles y sectores.
- Cumplimiento de objetivos estratégicos de las entidades.
- Mayor transparencia en el gasto público.

Todos estos beneficios relacionados pueden resumirse en una mejora significativa en la planeación de la infraestructura vial.

En el estudio adelantado por (Mcpherson & Bennett, 2006) se identifican los factores de éxito de los SGAV, encontrando que tal como cualquier otro sistema, se deben manejar correctamente tres elementos transversales: los procesos, el personal y la tecnología.

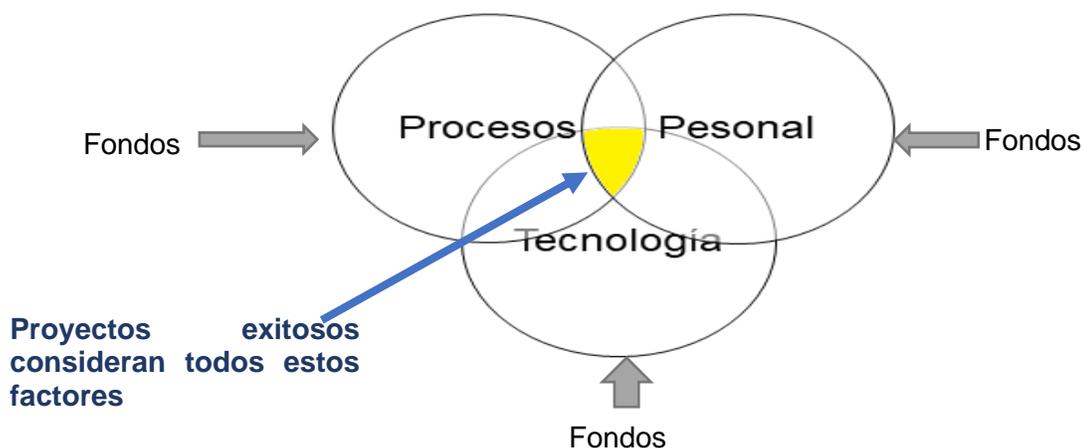


Figura 2-6. Factores de éxito en SGAV.

Fuente: traducido al español de (Mcpherson & Bennett, 2006)

Tal como se muestra en la Figura 2-6, cada uno de los factores requieren de fondos, ya sea para su implementación, transformación y/o mejora dentro de cualquier organización. Los fondos adecuados para cada factor garantizarán en gran medida que ninguno sea frágil y el sistema no presente fallas.

El IAM sugiere un modelo conceptual del enfoque de gestión de activos, que contempla elementos compuestos por procesos, metodologías, información, personal y sistemas informáticos para la administración y procesamiento de datos. Una adaptación de este modelo será usada para exponer cada elemento, sus componentes y correlación.

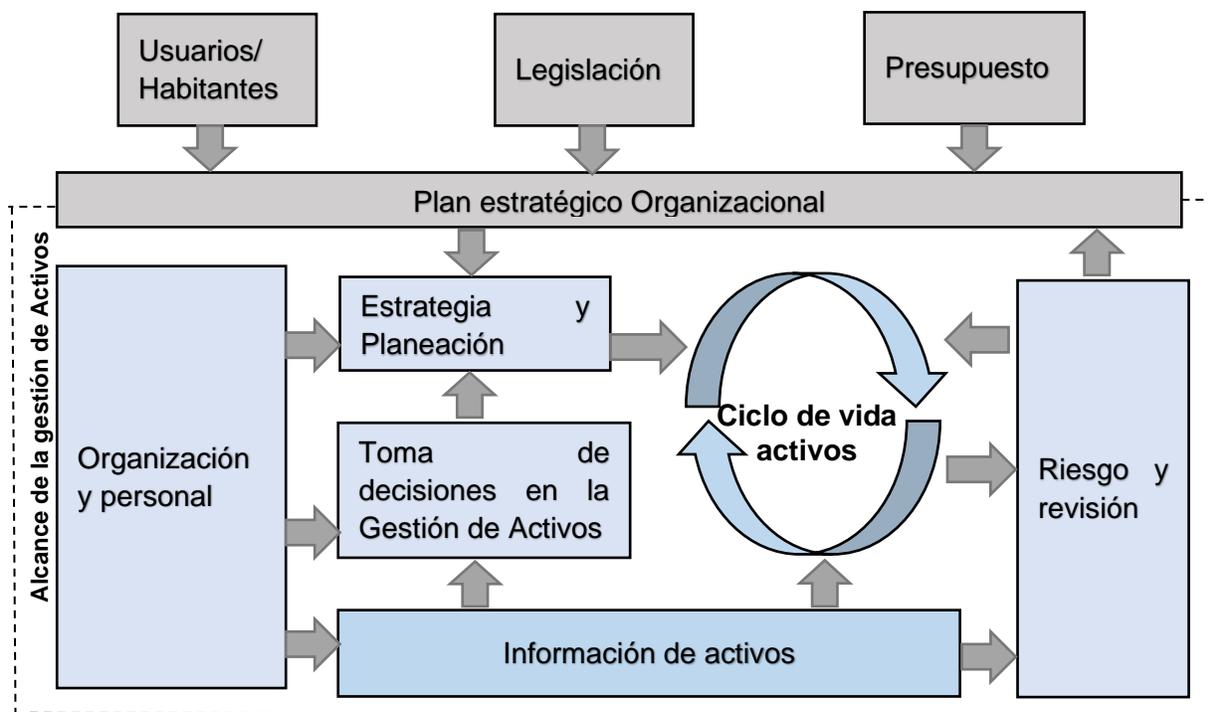


Figura 2-7. Modelo conceptual de la gestión de activos.

Fuente: adaptado de (IAM, 2015)

En la parte superior de la Figura 2-7 se relacionan elementos externos al sistema tales como los usuarios, legislación y presupuesto. Elementos que como se mencionó anteriormente son presiones hacia la infraestructura, toda vez que involucran demandas de niveles de servicio, cumplimiento a restricciones legales y presupuestarias por parte de los administradores. Estos hacen que las organizaciones deban adoptar un Plan Estratégico para cumplir con su misión y objetivos específicos.

2.2.1 Estrategia y planeación

La razón de ser de cualquier agencia vial, secretaria de infraestructura u otro tipo de organización ya sea pública o privada encargada de la administración de infraestructura vial, siempre estará relacionada con el servicio que presta esta infraestructura a los usuarios y habitantes del territorio en donde se encuentre, no obstante, cada una de estas organizaciones tienen objetivos y políticas particulares para el cumplimiento de su misión común. En este sentido, los activos viales como pavimentos, puentes, cunetas, alcantarillas, entre otros, no son el objetivo de la organización, pero si son el medio por el cual se pueden cumplir.

De conformidad con lo anterior, la organización formula una estrategia que permita mediante la gestión de activos dar cumplimiento a su misión y objetivos.

La estrategia de gestión del sistema vial es un documento de alto nivel utilizado por los gobiernos y agencias viales para demostrar la relación entre las direcciones del desarrollo del sistema vial y las expectativas de desarrollo económico, desarrollo social y gestión ambiental de la comunidad. (Austroads, 2020)

Es así como en la estrategia y planeación inicial, la organización determina la forma de cumplir con los objetivos planteados. En su estudio, (Priyatningsih & Sutrisno, 2020) establecen que las estrategias de gestión de activos viales se realizan a través de un enfoque combinado del sistema de gestión de activos integral y políticas en gestión de activos, buscando que el desempeño del servicio prestado esté en línea con las expectativas de las partes interesadas.

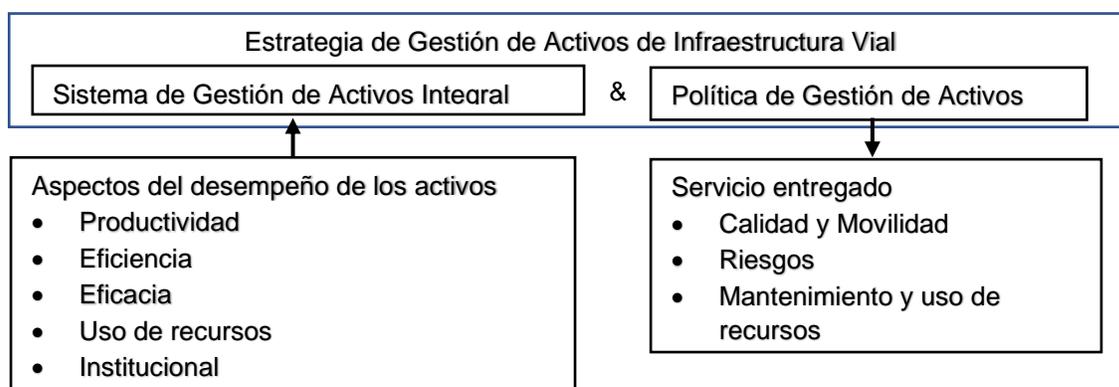


Figura 2-8. Estrategia de gestión de activos viales.

Fuente: traducido al español de (Priyatningsih & Sutrisno, 2020)

Al identificar los requerimientos de los interesados en cuanto a la eficacia, eficiencia, productividad, entre otros aspectos para la infraestructura vial, la organización define políticas para cumplir con los objetivos de gestión de activos formulados.

2.2.2 Información de activos

Dado que uno de los objetivos de la gestión de activos viales, es la toma de decisiones a partir de información técnica de los activos administrados, este resulta ser un elemento transversal en el sistema. No obstante, a partir de la literatura, se encontró que uno de los principales desafíos de implementar la gestión de activos es la recopilación, disponibilidad y la calidad de los datos. (Shah et al., 2017)

En este sentido, los datos requieren de una importante inversión y seguimiento por parte de la organización. La información de los activos para el caso específico de la infraestructura vial se divide en tres grandes grupos:

- Inventario de activos
- Condición de activos

- Datos operativos

2.2.2.1 Inventario de activos

Es indispensable para cualquier administración conocer que vías son de su competencia, así mismo, conocer cuantos kilómetros de esa red están pavimentados por tipo de estructura y cuantos kilómetros están en afirmado o tierra. Así mismo, conocer el número y tipo de puentes, alcantarillas, muros, túneles, entre otros. Estos datos deben estar georreferenciados para facilitar su uso y visualización en cualquier momento que se requieran. Al igual que una empresa dedicada a la manufactura o venta de productos, para la organización vial es necesario mantener actualizado su inventario.



Figura 2-9. Sección transversal vía Anapoima - El Triunfo, Cruce Mesa de Yeguas, Anapoima, Cundinamarca

Fuente: elaboración propia.

A partir de la Figura 2-9 se puede obtener información de inventario como, por ejemplo: código vial 47CN07, vía de tercer orden, superficie en pavimento asfáltico, ancho de sección de 6,00 metros, cunetas de concreto a ambos lados, señal informativa al margen derecho, cruce con otra vía, entre otros. No obstante, hay información que no es posible evidenciar en una inspección de campo, y se debe remitir a fuentes secundarias. Información relacionada con el clima, temperaturas medias o límites, periodos de lluvias e intensidades o vulnerabilidad geológica del sector. Esta esencial para la toma de decisiones, planeación y programación de actividades, al igual que la información referente a estructuras tipo puentes o muros, en donde es importante conocer materiales utilizados en su construcción, medidas de elementos, tipo de cimentación y planos constructivos.

La recopilación de esta información creara bases de datos a ser administradas mediante los sistemas informáticos más adecuados, tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

2.2.2.2 Condición de activos

Retomando el ejemplo de la Figura 2-9 se puede determinar visualmente para el pavimento que la capa de rodadura presenta fisuras longitudinales en los bordes, las cunetas presentan algún desgaste, y la señal de tránsito tiene un grado de deterioro. No obstante, estos datos de condición no son suficientes para conocer el estado real de los diferentes componentes y se deben realizar mediciones de los atributos físicos y mecánicos.

Tabla 2-1. Mediciones de condición para activos de infraestructura vial.

Activo	Datos de condición	Mediciones
Pavimentos	Estructural Superficial Funcional	Módulos (deflectometría y CBR) Índice de Condición del Pavimento (ICP) Índice de Rugosidad Internacional (IRI)
Puentes	Estructural Funcional	Vulnerabilidades y deterioro Capacidad de carga y geometría
Muros de contención	Estructural Funcional	Vulnerabilidades y deterioro Estabilidad de banca
Otras estructuras de drenaje	Estructural Funcional	Vulnerabilidades y deterioro Capacidad hidráulica
Señales	Funcional	Reflectividad

Fuente: elaboración propia.

Desde la década de los años 60 se han desarrollado sistemas de gestión de pavimentos, razón por la cual, en la actualidad existe gran avance en la materia, en cuanto a metodologías, software de análisis y sobre todo equipos de recolección de datos. Dada la extensión de las redes viales, es necesario el uso de equipos que capturen información de manera eficiente, para lo cual se han adaptado vehículos con instrumentación que recopile varias de las mediciones de condición de la Tabla 2-1, adicionalmente también poseen la capacidad de realizar el inventario de activos que se encuentran en la sección transversal de la vía a velocidad de circulación.

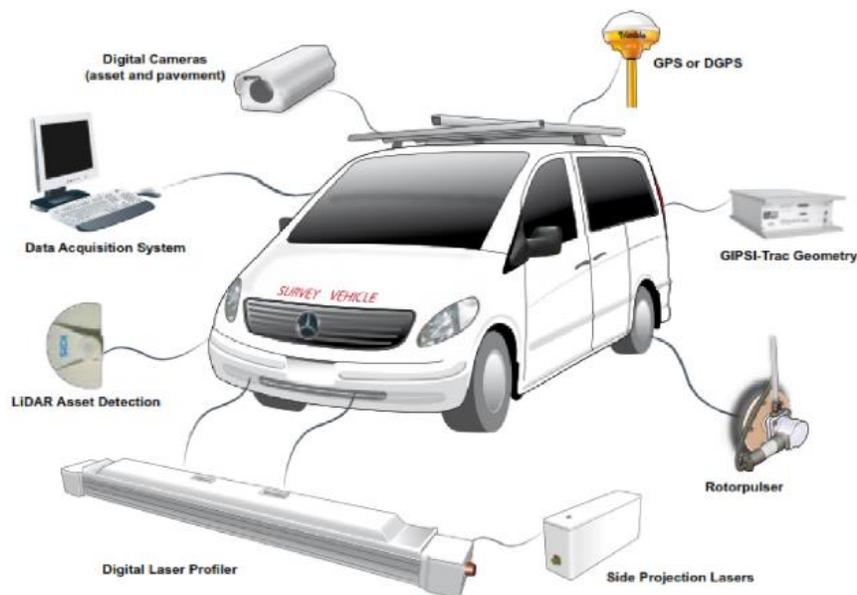


Figura 2-10. Vehículo de superficie digital.

Fuente: (PIARC, 2017)

En la Figura 2-10. Vehículo de superficie digital. Figura 2-10, se muestran esquemáticamente los equipos adaptados al vehículo. Con el perfilómetro digital laser de la parte delantera se mide el perfil longitudinal para calcular el IRI, la cámara digital toma video de la sección transversal de la vía, el sensor LIDAR detecta diferentes elementos que se encuentren dentro de la sección, así mismo, es posible encontrar vehículos que incorporan Sistemas de Medición de Grietas por Láser, LCMS por sus siglas en inglés, el cual permite medir diversas patologías superficiales en los pavimentos. Todos estos equipos integrados con información geográfica y la geometría exacta de la carretera por donde transita el vehículo de inspección. Con estos equipos y los sistemas adecuados de captura y almacenamiento de datos, es posible disminuir en gran medida los tiempos y mejorar la confiabilidad de la información que se recopilaría por métodos manuales con el uso de personal.

Para las estructuras tipo puentes la inspección debe ser más rigurosa elemento por elemento. En este caso lo más importante es adoptar o determinar alguna metodología de inspección y evaluación de puentes, para ser usado en toda la red y organización y así mantener homogeneidad de criterio. Es decir que, para catalogar una estructura en buen, regular o mal estado, debe ser del producto de una inspección y análisis estandarizado para todos los puentes, no obstante, es posible definir una metodología con mayor nivel de detalle de conformidad con la importancia de la estructura en cuestión, aunque nuevamente esta categoría de importancia debe estar basada en algún criterio técnico, económico, social o una combinación de estos.

En este contexto, (Shimeno et al., 2019) exponen avances tecnológicos de equipos utilizados para la inspección de puentes en la red de autopistas de Japón, la cual cuenta con 1.200 kilómetros de secciones de puentes, lo que representa el 15% de la longitud total. El proyecto japonés de Mantenimiento Inteligente de Autovías, SMH por sus siglas en inglés, hace uso de sistemas aéreos no tripulados para la inspección de las vigas, pilas, estribos y tablero de los puentes, así mismo, el uso de robots en cables de puentes atirantados que inspeccionan y diagnostican las condiciones físicas interiores del cable gracias a un accesorio de exploración magnética. También se ha implementado instrumentación en la etapa de construcción para monitorear en tiempo real el comportamiento de los puentes frente a las cargas producidas por el tráfico vehicular o condiciones climáticas adversas. En este sentido, en la actualidad se cuenta con los equipos y sistemas computarizados por la recolección, análisis y procesamiento de información de los activos más importantes de las redes viales.

Para otros elementos como alcantarillas, cunetas, muros de contención y señalización, tal como en el caso de puentes, es importante que se establezca o adopten metodologías para su inspección y análisis que permita conocer su condición en términos estructurales y funcionales, entendiéndose este último como el hecho de que el elemento cumpla con la tarea para cual fue construido. Es decir, aunque una señal de tránsito se encuentre en perfecto estado, pero da una indicación que no es acorde con el tramo vial, esta señal no es adecuada y debe ser retirada.

2.2.2.3 Datos operativos

A diferencia de los anteriores datos, estos no son propiamente de los activos o medibles sobre los mismos, se trata de información relacionada con el sistema de transporte y la administración de la red, no obstante, se relacionan directamente con el servicio que prestan los activos. En la Tabla 2-2, se relacionan algunos de los datos operacionales necesarios más relevantes.

Tabla 2-2. Datos operativos de la infraestructura vial.

Componente	Variable	Mediciones
Tráfico	Volumen vehicular Repeticiones	Transito Promedio Diario (TPD) Numero de Ejes Equivalentes (NEE)
Seguridad vial	Accidentes de transito Localización de accidentes	Número de accidentes, heridos, fatalidades y vehículos involucrados Georreferenciación
Intervenciones realizadas	Mejoramientos Conservación	Actividades, fecha y materiales
Social	Población	Número de habitantes beneficiados
Económico	Transporte de carga Transporte de pasajeros	Toneladas de productos movilizados Número de pasajeros movilizados

Fuente: elaboración propia.

La importancia de estos datos reside en procesos como la priorización de los proyectos de intervención en la red, toda vez que una vía con alto tráfico representa un mayor impacto hacia los habitantes e interesados.

Es necesario que se tenga uniformidad y estandarización documentada de todos los tipos de datos e información a recopilar, con el fin de asegurar su calidad en todas las etapas del proceso desde su toma, almacenamiento, procesamiento y análisis de resultados. Sin la calidad pertinente la toma de decisiones y todo el sistema fallará en algún momento.

2.2.3 Toma de decisiones en la gestión de activos

En un mundo ideal en donde los recursos fueran ilimitados, la administración de infraestructura vial no tendría que preocuparse por el deterioro de sus activos asociados, toda vez que se materializarían con grandes estándares de calidad que garanticen su durabilidad en mayores periodos de tiempo y simplemente se reemplazarían llegado el fin de su vida útil. No obstante, esta visión es lo más alejado a la realidad, la infraestructura vial debe cumplir con una normativa legal, satisfacer necesidad de los usuarios, ayudar al desarrollo económico y sobre todo ajustarse a los presupuestos y recursos disponibles. Así mismo, desde un punto de vista ambiental, se debe propender a que los sistemas de transporte sean sostenibles y se suplan necesidades presentes sin comprometer la oportunidad de suplir las futuras. En este sentido, los recursos al ser limitados crean el problema de su asignación. Las decisiones que debe tomar una organización vial son principalmente las relacionadas con asignación de recursos, ya sean financieros, humanos u otros. Decisiones que respondan preguntas como:

- ¿Se debe invertir en la pavimentación de la vía A o de la vía B que se encuentran en tierra?
- ¿Invertir en la pavimentación de la vía A que se encuentra en tierra o en la conservación de la vía C pavimentada pero deteriorada?
- ¿Invertir en la implementación de un SGAV o en la modernización de las instalaciones de la organización?

Tal como se mencionó, en el mundo real estas preguntas surgen por las limitaciones de fondos y recursos en general. En tal virtud, la gestión de activos tiene como uno de sus principios, la toma decisiones a partir de información y procesos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

La asignación de recursos debe buscar el cumplimiento de los objetivos de la organización a través del desarrollo, operación y mantenimiento de los activos a su cargo.

2.2.3.1 Toma de decisiones para el desarrollo

El desarrollo de las redes viales tiene dos tipos de intervenciones principales, la construcción de vías nuevas y el mejoramiento de las existentes.

La construcción de nuevos corredores se da cuando alguno de los nodos de la red se encuentra desconectado o su arco (vía) no es adecuado y es necesario modificar el trazado. La construcción de vías nuevas, generan impacto en la movilidad, acceso y conectividad a nivel de red.

Por su parte, el mejoramiento es definido como los cambios en una infraestructura de transporte con el propósito de mejorar sus especificaciones técnicas iniciales (Ley 1682 Del 22 de Noviembre de 2013, 2013). El ejemplo más sencillo de este tipo de intervención es la pavimentación de una vía que se encuentra en tierra, mejorando su superficie de rodadura que a su vez impacta en la velocidad de operación, comodidad, consumo de combustible y repuestos, entre otros.

Dada su complejidad, este tipo de intervenciones de construcción y mejoramiento requiere de una inversión de recursos elevados en comparación con otras actividades y alternativas. Bibliografía afín con la gestión de activos, las llaman “Inversiones de Capital”, al tener una incidencia directa en el valor del patrimonio vial. Las decisiones de desarrollo deben ser las más cautelosas y responsables por su alto valor para la organización. En tal virtud, debe existir una planeación y proceso de priorización para la asignación de los recursos en esta cartera que, al igual que todas las decisiones que se tomen, se realicen en pro de alcanzar los objetivos de la organización, los niveles de servicio y desempeño que se quiere alcanzar. Idealmente, los objetivos de la organización no deberían centrarse en los activos o su condición, sino en los resultados que se desean, como la mejora de la movilidad, la seguridad y la resiliencia de la infraestructura. (AASHTO, 2013).

2.2.3.2 Toma de decisiones para la conservación y operación

La conservación de la infraestructura vial son aquellas actividades de mantenimiento periódico y rutinario que se deben realizar a las vías y sus diferentes elementos que las componen. El objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar la disminución del desempeño de los activos en funcionamiento, y gestionar el riesgo de fallas. (IAM, 2015). En tal virtud, estas decisiones hacen referencia a las asignaciones que se realizan a los activos con el fin de tratar y controlar su deterioro para evitar llegar a su falla y prolongar su vida útil. La complejidad y costo de las alternativas para el mantenimiento de pavimentos varían según la condición que deba tratarse, superficial, funcional o estructural, así como de las patologías presentes. Para estructuras como puentes, muros de contención, alcantarillas, entre otras, las actividades de

mantenimiento para su conservación y operación, de igual forma, dependerán de las patologías de fallas o de los deterioros y su complejidad.

Si bien las asignaciones para estas acciones son en su mayoría de menor valor a las de desarrollo, en este caso la responsabilidad recae en la planeación y programación del momento y tipo de intervención a realizar. El mantenimiento de un pavimento con una condición meramente superficial de presencia de fisuras que no se realice a tiempo, puede pasar de un sello de fisuras económico, a la necesidad de un parcheo o una intervención más costosa. Esto dado a que las cargas del tráfico, las precipitaciones y la temperatura actúan sobre el pavimento provocando patologías progresivas. Al igual en otras estructuras, el no actuar en el momento indicado acarrea mayores intervenciones con necesidad de asignaciones presupuestarias más grandes y la pérdida de oportunidad de otras inversiones más rentables.

Los proveedores de vías deberían procurar reducir los gastos a largo plazo. En términos generales, se debería satisfacer la demanda de vías al menor costo posible. (Schliessler, 1994). Las decisiones acerca de la conservación y mantenimiento deben estar enfocadas a cumplir con los objetivos de la organización, sus medidas de desempeño trazadas, programas y planes, a un bajo costo. Lo que involucra una programación y selección adecuada de trabajos.

La toma de decisiones, enmarcado en la necesidad de asignar recursos a diferentes carteras y activos dentro de la infraestructura vial debe tener un proceso con componentes e interrelaciones como el propuesto por AASHTO en su guía TAM.

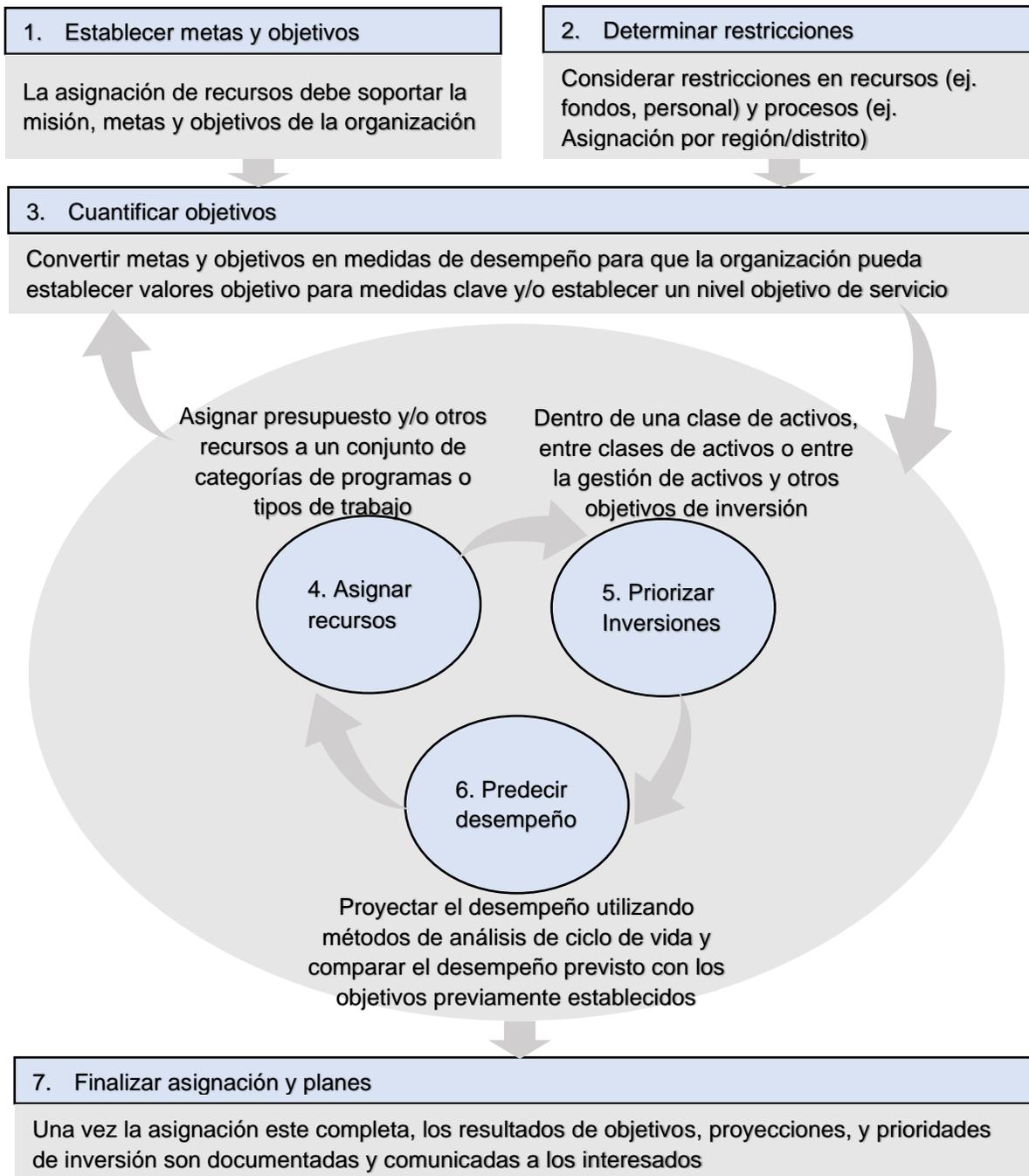


Figura 2-11. El proceso de asignación de recursos

Fuente: traducido al español de (AASHTO, 2013)

La Figura 2-11 expone un proceso de 7 pasos para la asignación de recursos, que tiene la fortaleza de ser integral a la organización, iniciando en componentes estratégicos como la misión, metas y objetivos de alto nivel [Paso 1] y las restricciones de la organización [Paso 2], para luego convertirlos en indicadores medibles y verificables [Paso 3]. Se continua con una asignación inicial a grandes grupos [Paso 4], tales como pavimentos y puentes o

carteras de desarrollo y conservación, que pasan por un proceso de priorización [Paso 5] y de predicción [Paso 6] que permita conocer si esta asignación y priorización es la más adecuada en comparación con los objetivos previamente establecidos o si deben repetir los pasos 4, 5 y 6, hasta encontrar la mejor relación costo-beneficio. Para finalizar se deben documentar y socializar los resultados a los interesados [Paso 7].

El modelo se debe construir con las variables y particularidades de cada organización y haciendo uso de los sistemas computarizados adecuados que permitan hacer el procesamiento de todos los datos de los activos de inventario y condición, así como los datos operativos del sistema de transporte.

2.2.4 Ciclo de vida

Los activos como pavimentos, puentes, muros, entre otros, tienen una vida útil teórica preestablecida desde su diseño y construcción. Es teórica, toda vez que su diseño parte de modelos de servicio y respuesta de los materiales frente a su uso. El diseño de una estructura de pavimento asfáltico, parte de una estimación de repeticiones de carga producidas por el tráfico que se espera pase por la vía, para esto se usan metodologías y cálculos de proyección altamente estudiados y aceptados internacionalmente, no obstante, la realidad del tráfico y cargas de dicha vía puede ser diferente por motivos como la explotación de alguna fuente de material cercana, que generará mayor paso de vehículos pesados, o el cierre de otra vía que haga obligatorio el paso por el tramo en cuestión. Caso contrario, en donde el tráfico sea menor al previsto en el diseño del pavimento, la carretera tampoco está a salvo. Los materiales perderán su calidad en el tiempo frente a los cambios de temperatura, periodos secos y de lluvia en la zona, entre otros, que no pueden ser previstos con exactitud durante el diseño o construcción. En este sentido, la estructura de pavimento presentará en el tiempo un deterioro frente a su estado inicial, rápido o lento en comparación con lo proyectado en su etapa de diseño, pero se dará sin falta alguna. La vida útil como un inicio y un fin puede ampliarse a un ciclo de vida, compuesto por elementos y procesos para su administración.

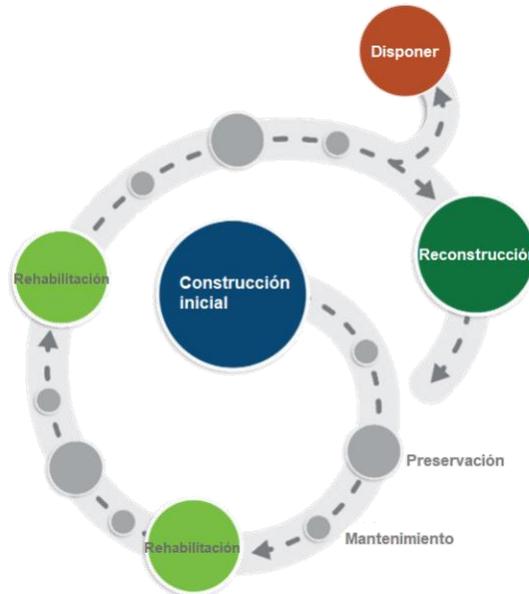


Figura 2-12. Etapas del ciclo de vida de un activo de transporte.

Fuente: traducido al español de (FHWA, 2019)

Anteriormente se mencionó el elemento de toma de decisiones respecto a la asignación de recursos para la conservación y operación, en el mismo contexto se encuentra la gestión del ciclo de vida de los diferentes activos de una organización. La planificación del ciclo de vida comprende el enfoque del mantenimiento de un elemento desde la construcción hasta su eliminación. Es la predicción del desempeño futuro de un activo, o un grupo de activos, con base en escenarios de inversión y estrategias de mantenimiento. (UKRLG & HMEP, 2013)

Al igual que en la etapa de diseño no es posible predecir todas las variables que afectan directa o indirectamente, también es complejo monitorear en tiempo real el comportamiento de estos durante su operación, dado el alto costo de instrumentación y medición constante. Motivo por el cual, es necesario crear modelos que permitan predecir el desempeño en el tiempo y así determinar el estado y tomar decisiones frente a las actividades de mantenimiento preventivo que se requieren. Las curvas de deterioro son una herramienta muy común para este objetivo, sin embargo, como en la mayoría de los elementos del SGAV, los datos y la calidad de la información es fundamental.

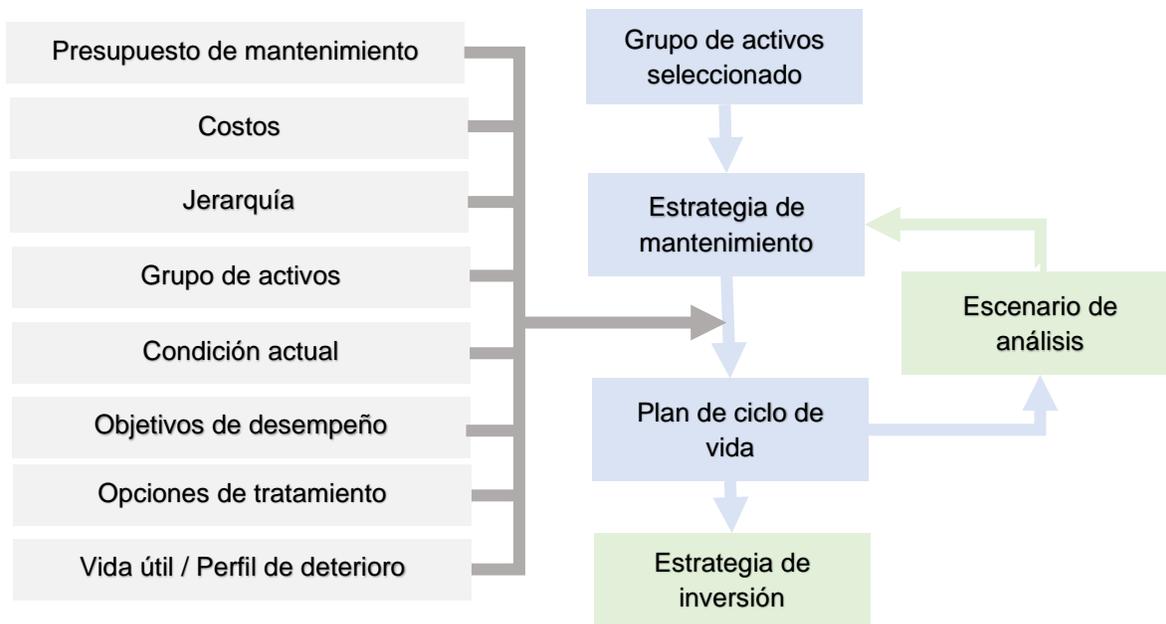


Figura 2-13. Proceso de planeación del ciclo de vida.

Fuente: traducido al español de (UKRLG & HMEP, 2013)

2.2.5 Organización y personas

Hasta el momento se han expuesto elementos fundamentales del enfoque de gestión de activos para la planeación y administración de infraestructura vial, no obstante, ninguno de estos elementos es posible sin una estructura organizacional y personal adecuado. No solo la toma de decisiones debe estar en línea con el cumplimiento de objetivos y estrategias de alto nivel, sino que también el personal, sus funciones, conocimientos y habilidades deben estar alineados con el enfoque de gestión de activos. Personal de todos los niveles estratégico, táctico y operacional dentro de la organización. En el nivel estratégico se debe establecer un liderazgo y cultura acerca del enfoque, con el fin de mostrar a los demás, los beneficios, las estrategias y planes adoptados.

Un fuerte liderazgo debe estar presente en toda la organización para influir en las funciones de la gestión de infraestructura vial y vincularlas todas para que respalden el enfoque más amplio de gestión de activos. (PIARC, 2017)

La cultura organizacional es descrita con frecuencia como "el modo en que hacemos las cosas aquí" y cada organización necesita decidir qué tipo de cultura requiere para ser exitosa y buscar establecerla. (IAM, 2015)

Dado que el enfoque es integral al sistema de transporte, las competencias profesionales para la gestión de activos no deben limitarse a la ingeniería y sus especialidades técnicas en el sector de vías, haciendo necesario sumar personal con habilidades en áreas

del conocimiento como finanzas, sistemas informáticos, gerencia de proyectos, temas ambientales, comunicación, entre otros.

2.2.6 Riesgo y revisión

Los riesgos son definidos por la ISO 31000:2018, como un “efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”. (ISO, 2018). Por lo tanto, deben ser gestionados por las organizaciones, con el fin de que sean identificados, evaluados y se proceda con su eliminación o mitigación.

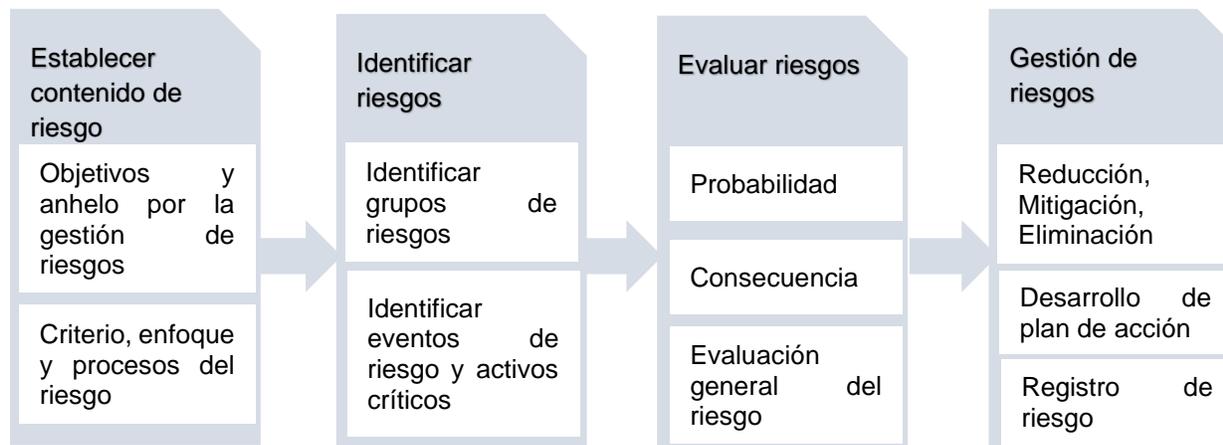


Figura 2-14. Proceso para la gestión del riesgo.

Fuente: traducido al español de (UKRLG & HMEP, 2013)

La Figura 2-14 expone el proceso para la gestión de los riesgos dentro del enfoque de gestión de activos, similar a otros de los procesos, en cuanto a que siempre se inicia desde niveles altos de jerarquía, esto es, a partir de los objetivos. Lo cual garantiza que siempre halla una alineación homogénea y en busca de lo mismo, sin desviarse hacia intereses diferentes a los de la organización. La actividad de identificar los activos críticos es de suma importancia, toda vez que estos son esenciales dentro de la red de carreteras y el sistema de transporte, dado que su falla puede generar efectos sobre la movilidad o seguridad de los usuarios. Un talud que presente movimiento de una masa importante sobre la vía puede dejar incomunicada a una población privándola de suministros alimentarios y de salud. Activo que debe atenderse de manera inmediata sobre otras prioridades de intervención.

Como último elemento se tiene la revisión, esta busca que se establezca una política de mejora continua, sobre elementos y procesos particulares, así como de todo el sistema. Esta política debe derivar en una estrategia para que el sistema y sus resultados sean evaluados continuamente y así conocer si los beneficios esperados se están cumpliendo, o si por el contrario el estado de la red sigue en declive y no se evidencian ahorros o mejora en la planeación. Una vez más, los objetivos planteados deben compararse con las medidas de desempeño, con el fin de que la revisión se realice en términos medibles y verificables.

2.3 Casos de estudio internacionales

Se presentarán casos de países que han adoptado formalmente el enfoque de gestión de activos o algunos de sus principios y elementos más importantes para la administración de su infraestructura vial. Esto con el fin de exponer como la teoría relacionada anteriormente ha pasado a la práctica. Los países seleccionados poseen realidades económicas y sociales diferentes, así mismo, su madurez en el tema de los SGAV es única entre ellos.

2.3.1 Estados Unidos

Esta nación cuenta con una de las redes de transporte carretero más extensas del mundo. Según datos de la FHWA, se cuenta con más de 6 millones de kilómetros de vías. Tan solo el Sistema Nacional de Carreteras (NHS) cuenta con más de 260.000 kilómetros. Así mismo a 2010 se contabilizaban alrededor de 604.460 puentes en la red.

En el reporte de competitividad global del 2019 publicado por el Foro Mundial Económico (WEF), en cuanto a conectividad vial el país obtuvo el mayor puntaje posible, coherente con la cantidad de vías que posee, no obstante, la gran cantidad de vías genera el gran reto de conservarlas y evitar que se pierdan los recursos invertidos en su construcción. En este sentido, es notable que en este mismo reporte se halla obtenido una evaluación de 5,5 sobre 7, en el componente de calidad de la infraestructura vial. Lo que permite evidenciar buenas prácticas en la planeación y administración de su infraestructura.

Tabla 2-3. Resultados USA IGC del WEF. Pilar Infraestructura.

Segundo Pilar: Infraestructura		Valor	Puntaje	Ranking/141
Infraestructura de Transporte			79,6	12
2.01	Conectividad vial 0-100 (mejor)	100	100	1
2.02	Calidad de la infraestructura vial 1-7 (mejor)	5,5	74,5	17

Fuente: traducido al español de (Schwab, 2019)

Administración realizada de forma descentralizada por medio de los departamentos de transporte estatales DOT, los cuales tienen autonomía en su normativa y procedimientos para su Sistema Estatal de Carreteras (SHS), sin embargo, al mismo tiempo deben dar cumplimiento con lineamientos y requerimientos federales para la administración de las vías del NHS a su cargo. Para lo cual, algunos estados han adoptado el enfoque de gestión de activos para la administración de su infraestructura vial. Es el caso del Departamento de Transporte de Dakota del Sur SDDOT que desde la década de 1970 ha utilizado sistemas de gestión de pavimentos y puentes.

A través de la Ley Moving Ahead for Progress in the 21st Century (MAP-21) promulgada en el 2012 se insta a todos los DOT, a desarrollar Planes de Gestión de Activos de Transporte (TAMP) para el NHS, con el fin de apoyar el progreso hacia el logro de los

objetivos nacionales. (FHWA, 2013). Requisitos que fueron revalidados en la Ley Fixing America's Surface Transportation (FAST) promulgada en el 2015. Estos requisitos exigen que los TAMP incluyan:

Lista resumida de los activos de pavimentos y puentes en el NHS en el estado, incluida una descripción de la condición de esos activos; objetivos y medidas de gestión de activos; identificación de la brecha de desempeño; análisis de gestión de riesgos y costos del ciclo de vida; un plan financiero; y estrategias de inversión.
(PUBLIC LAW 112–141, 2012)

Es así como, por ejemplo, el plan de gestión de activos del estado de California, se tienen en cuenta requerimientos federales para el NHS y estatales para el SHS, pero con el mismo enfoque de gestión de activos.

Sistema	Clases de Activos				
	Pavimentos	Puentes	Drenajes	TMS	Activos suplementarios
NHS Requerimientos Federales	✓	✓			
SHS Requerimientos Estatales	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 2-15. Requerimientos federales y estatales en la gestión de activos.

Fuente: traducido al español de (Caltrans, 2018)

La Ley Bipartisan Infrastructure Law (BIL), identifica que aproximadamente 278.000 kilómetros de vías principales y más de 43.500 puentes se encuentran en mal estado. Asignando así una inversión de 400 mil millones de dólares para reparar carreteras y puentes, y apoyar proyectos transformadores, que aumentarán las oportunidades económicas regionales y nacionales y harán que el sistema de transporte sea más seguro y resiliente. (The White House, 2022). No obstante, para su implementación la FHWA solicita a los DOT ajustar sus planes de gestión de activos, considerando dentro del análisis de riesgos y planeación del ciclo de vida, el fenómeno de clima extremo y la resiliencia.

De conformidad con lo anteriormente expuesto, Estados Unidos ha adoptado el enfoque de gestión de activos elevándolo a un alto nivel mediante políticas públicas nacionales que impactan directamente la planeación en los estados y en las actividades a realizar sobre su infraestructura vial.

2.3.2 España

La red de carreteras del país europeo está compuesta por 165.445 kilómetros, administrados por el estado central, las Comunidades Autónomas y las Diputaciones. Así

mismo, los ayuntamientos que son la unidad administrativa de los municipios tienen a su cargo unos 361.517 kilómetros de vías interurbanas. Administración descentralizada similar a la usada en Estados Unidos y Colombia.

Tabla 2-4. Distribución red vial española.

Tipo de administración	Nivel	Kilómetros	%	% Tráfico pesado
Estado	Nacional	26.466	16%	52,4%
Comunidades Autónomas	Autonómica	71.205	43%	42,4%
Diputaciones provinciales	Local	67.773	41%	5,2%
Total		165.444	100%	100,0%
Ayuntamientos	Local	361.517		No disponible

Fuente: (Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana, 2019)

En el componente de conectividad vial del IGC 2019, España obtuvo el mayor puntaje posible, lo que evidencia una alta densidad de vías en el territorio. Además obtuvo evaluación de 5,7 sobre 7, en el componente de calidad de la infraestructura vial.

Tabla 2-5. Resultados España Índice Global de Competitividad WEF. Pilar Infraestructura.

Segundo Pilar: Infraestructura		Valor	Puntaje	Ranking/141
Infraestructura de Transporte			83,6	9
2.01	Conectividad vial 0-100 (mejor)	100	100	1
2.02	Calidad de la infraestructura vial 1-7 (mejor)	5,7	78,4	11

Fuente: traducido al español de (Schwab, 2019)

No obstante, estos resultados del IGC para el componente “calidad de la infraestructura vial”, distan de lo encontrado por la Asociación Española de la Carretera (AEC) en su auditoría al estado de la red vial del año 2020. En donde evidencian que el estado de los pavimentos al año 2019 se encuentra en la calificación deficiente.

EVOLUCIÓN DEL ESTADO DE LOS FIRMES

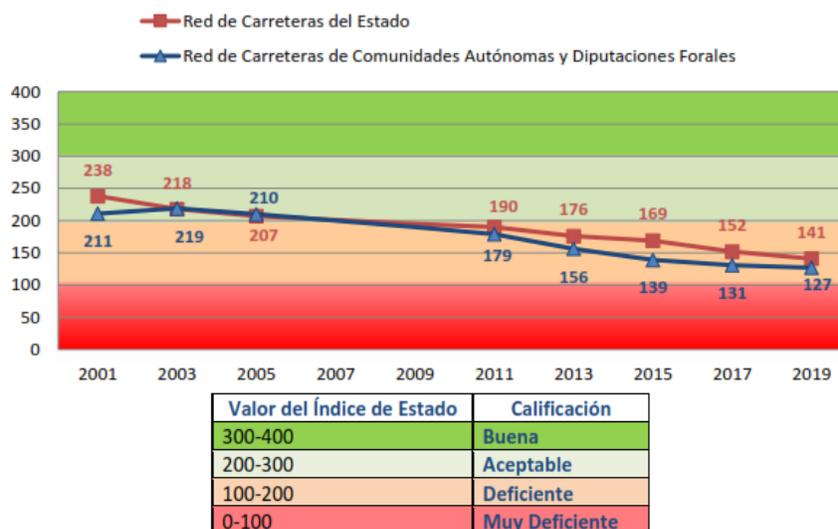


Figura 2-16. Evolución estado de pavimentos España.

Fuente: (AEC, 2020)

Así mismo, la AEC en su informe de Necesidades de Inversión en Conservación indica que son necesarios cerca de 7.500 millones de euros para poner a punto la infraestructura vial del país, de los cuales 7.008 millones pertenecen a los pavimentos de la red.

Para el caso de la Comunidad de Madrid se estimó un déficit acumulado de 243 millones necesarios para la red a cargo del estado y de la comunidad autónoma. Esta Comunidad tiene a su cargo una red vial de 2.569 kilómetros aproximadamente, distribuidos en 662 km de red principal, 634 km de red secundaria y 1.273 km de red local. En este sentido, se formuló la “Estrategia de conservación de carreteras 2018-2021”, como resultado del uso de principios de gestión de activos viales. En donde por medio de contratos de inspección se realizó el inventario de fisuras y deflexiones, y así determinar el estado funcional y estructural de los pavimentos existentes de la totalidad de la red. Información procesada con el software ICARO que concluyo en las actividades necesarias para cada tramo vial. Así mismo, para las estructuras se realizó un contrato de inspección que determino la condición y necesidad de intervención en puentes, muros, alcantarillas, entre otros. Como resultado se realizó una asignación presupuestal inicial de 160 millones de euros para la estrategia completa.



Figura 2-17. Asignaciones Estrategia de conservación de carreteras 2018-2021, Comunidad de Madrid, España.

Fuente: (PIARC, 2017)

A noviembre del año 2021, el proyecto tenía un avance de ejecución del 97,4%. En total, se ha intervenido el pavimento de más de 1.194 km de vías, en 254 actuaciones, lo que supone una renovación del 46% del total de la red regional. (Comunidad de Madrid, 2021)

Este caso de estudio expone la importancia de contar con la información detallada e histórica del inventario y de condición de los activos de infraestructura vial, tal como lo hace la AEC desde el año 1985, al igual que el uso de herramientas informáticas que permitan priorizar y optimizar los recursos disponibles a partir de criterios técnicos, económicos y sociales.

2.3.3 Chile

Chile cuenta con una infraestructura vial compuesta por 85.983 kilómetros de vías, la cual es administrada de manera centralizada por la Dirección de Vialidad (DV), adscrita al Ministerio de Obras Públicas (MOP). Infraestructura que resulta ser la mejor evaluada en la región de América Latina y el Caribe en el IGC del 2019, alcanzando una valoración de 5,2 en el componente de calidad de la infraestructura vial.

Tabla 2-6. Resultados Chile Índice Global de Competitividad WEF. Pilar Infraestructura.

Segundo Pilar: Infraestructura		Valor	Puntaje	Ranking/141
Infraestructura de Transporte			56,6	54
2.01	Conectividad vial 0-100 (mejor)	95,8	95,8	9
2.02	Calidad de la infraestructura vial 1-7 (mejor)	5,2	70,1	25

Fuente: traducido al español de (Schwab, 2019)

En la investigación realizada por (Briones, 2014) se presentan los antecedentes del modelo chileno para la gestión, financiamiento y administración de la infraestructura vial en el país suramericano. De lo cual cabe resaltar lo siguiente:

- Desde 1975 la responsabilidad del 70% de la red vial recaía sobre gobiernos municipales, que carecían de recursos técnicos, administrativos y financieros. Lo que llevo a la decisión de volver a un modelo centralizado, en donde el organismo central asumió gradualmente la responsabilidad de vías locales.
- En 1990 se crea el Departamento de Gestión Vial, el cual se encarga de realizar anualmente el inventario de las vías por tipo de superficie de rodadura, así mismo, cada dos años inspección visual de los pavimentos existentes junto con mediciones de IRI y conteos de tránsito.
- Para el 2007 la Sub Dirección de Mantenimiento inicia el Proyecto SGM – Sistema de Gestión del Mantenimiento, que busca el mejoramiento en la planeación de la conservación vial.

Avances que hacen que en la actualidad se tenga el conocimiento detallado de la red y la experiencia para su conservación. En el documento denominado “Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características” la DV publica el resultado del detalle del tipo de superficie de rodadura y su longitud, por vía, provincia y a nivel nacional como se presenta en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7. Resumen de la longitud de la red vial nacional, según clasificación de los caminos y capa de rodadura – DIC. 2020.

Tipo de camino	Red vial Pavimentada				Soluciones Básicas		Red vial No Pavimentada		Total
	Asfalto	Hormigón	Asf./ Horm.	Básicos Intermedios	Capa Protección	Granular Estabilizado	Ripio	Tierra	
Caminos Nacionales	7.835	1.261	527	0-	277	511	930	104	11.445
Caminos Regionales Principales	5.337	353	34	81	948	545	1.993	907	10.198
Caminos Regionales Provinciales	1.986	99	5	116	962	575	1.559	495	5.798
Caminos Regionales Comunales	2.881	242	2	199	7.181	3.261	17.906	7.053	38.726
Caminos Regionales de Acceso	235	24	0	70	2.288	705	9.940	6.555	19.817
Total	18.274	1.980	569	466	11.656	5.597	32.329	15.114	85.984

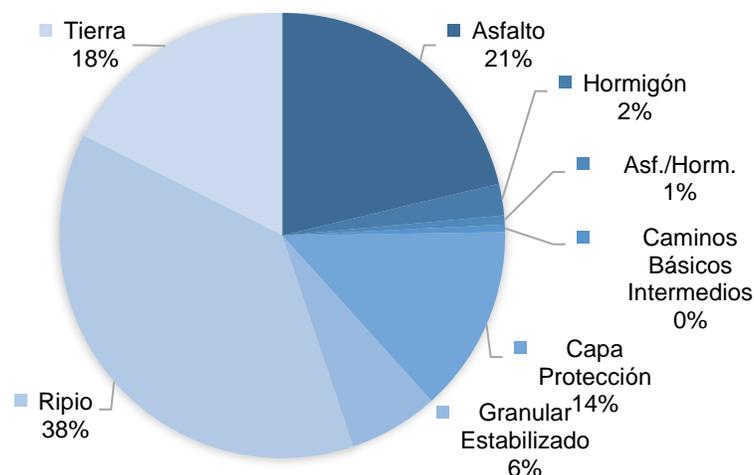


Figura 2-18. Distribución de la red vial por tipo de capa de rodadura.

Fuente: (Subdirección de Desarrollo, 2020)

De igual manera, se publica el informe “Proposiciones de Acciones de Mantenimiento (PAM) y estado de la calzada y bermas para caminos pavimentados de la Red Vial Nacional”, en donde se da a conocer el resultado de la evaluación estructural y funcional de los pavimentos, haciendo uso del Índice de Condición del Pavimento (ICP). Índice que posee una ecuación dependiendo del tipo de capa de rodadura. La ecuación utilizada para pavimentos asfálticos es la siguiente:

$$ICP = 9,64 - 0,637IRI - 0,046AH - 0,047BACH - 0,034GRF - 0,027EX - 0,02GRL$$

Donde:

IRI: IRI m/km

AH: Ahuellamiento, en mm

BACH: Baches + Rompimiento de Borde, en (%)

GRF: Grietas de fatiga (%)

EX: Exudación (%)

GRL: Grietas Lineales (%)

Una vez se tiene el cálculo del ICP se califica su estado de conformidad con la asignación establecida.

Tabla 2-8. Límites del ICP para asignación del Estado de los pavimentos.

Estado	Caminos Nacionales, Regionales Principales y Regionales Provinciales	Caminos Regionales Comunales y de Acceso
Muy Bueno	9,0 a 10,0	8,0 a 10,0
Bueno	8,0 a 9,0	5,0 a 8,0
Regular	5,0 a 8,0	3,5 a 5,0
Malo	2,5 a 5,0	2,0 a 3,5
Muy Malo	1,0 a 2,5	1,0 a 2,0

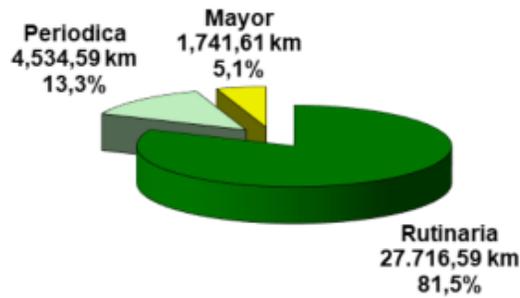
Fuente: (Dirección de Vialidad, 2021)

Por último, se determinan acciones necesarias por tramo vial dependiendo de la condición evidenciada y la complejidad del deterioro.

Tabla 2-9. Acciones de conservación para pavimentos asfálticos.

Tipo de Conservación	Acciones de conservación
Rutinaria	Limpieza de Faja y Saneamiento
	Sello de grietas
	Bacheo
Periódica	Riego Neblina
	Sellos asfálticos: Lechadas Asfálticas, Sellos de agregados
	Fresado y reemplazo
	Recapado delgado (Funcional)
Mayor	Recapado estructural
	Reciclado
	Reconstrucción

Fuente: (Dirección de Vialidad, 2021)



Red Evaluada: 33.992,797 km-pista

Figura 2-19. Distribución del tipo de conservación a aplicar en la Red Vial Nacional 2021.

Fuente: (Dirección de Vialidad, 2021)

Estos resultados son utilizados como entrada, junto a datos de tránsito, precios unitarios de obra y vector de precios sociales del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSyF), al software HDM-4 para procesar y realizar evaluaciones técnico-económicas. El software arroja las políticas óptimas y cronogramas de actividades a desarrollar en pro de la conservación de la red vial nacional.

Cabe aclarar que si bien todo el proceso desde su planeación hasta las intervenciones es realizado por una entidad de orden nacional. La DV posee direcciones regionales en las 16 regiones del país y así abren la posibilidad de diálogo y consenso con la comunidad y las autoridades locales para la determinación de priorizaciones, esto sin perder la objetividad que se ha desarrollado con la adopción del sistema de gestión.

El caso chileno es un referente en SGAV en Suramérica, al ser un país con un conocimiento detallado de sus activos de infraestructura vial y el estado de estos, al igual que el uso de herramientas computacionales y software, que a través de variables técnicas, económicas, sociales y ambientales, prioriza proyectos y optimiza recursos disponibles para la conservación del patrimonio vial.

2.3.4 Perú

De conformidad con el IGC del 2019, para la región de América Latina y el Caribe, Perú se ubica detrás de Colombia en los componentes que evalúan la infraestructura de transporte por carretera. Obteniendo una valoración de 64 para el componente de “Conectividad vial”, así mismo, un resultado de 3,2 para la “Calidad de la infraestructura vial”. Puntuación que al igual que Colombia (3,4) se encuentra debajo de la media en la región que es de 3,7.

Tabla 2-10. Resultados Índice Global de Competitividad WEF. Pilar Infraestructura.

Segundo Pilar: Infraestructura		Valor	Puntaje	Ranking/141
Infraestructura de Transporte			42,4	97
2.01	Conectividad vial 0-100 (mejor)	64	64	102
2.02	Calidad de la infraestructura vial 1-7 (mejor)	3,2	36,4	110

Fuente: traducido al español de (Schwab, 2019)

El Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) del Perú está compuesto por 173.058 kilómetros de vías, clasificadas por jerarquías y administradas por los tres niveles de gobierno. De esta red apenas un 17% se encuentra pavimentada y el 75% de esta corresponde a la red a cargo de la nación, así mismo, al igual que en los países con administración vial descentralizada, la mayoría de la red se encuentra a cargo de las administraciones locales con un 68%.

Tabla 2-11. Longitud de la red vial existente del Sistema Nacional de Carreteras, según tipo de superficie, jerarquía y competencia, 2021

Jerarquización vial	Nivel de Gobierno	Red vial pavimentada km	Red vial no pavimentada km	Total km
Red Vial Nacional	Central	22.600	4.441	27.041
Red Vial Departamental o Regional	Regional	4.661	23.286	27.947
Red Vial Vecinal o Rural	Local	2.808	115.262	118.070
Total		30.069	142.989	173.058

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), Perú.

En cuanto al estado del SINAC, a 2018 el 87% de la Red Vial Nacional (RVN) se encontraba en buen estado, el 20% de la Red Vial Departamental (RVD) en buen estado y el 78% de la Red Vecinal (RVV) se encontraba en mal estado. (MTC, 2018)

El MTC cuenta con dos programas, Provias Nacional (PVN) y Provias Descentralizado (PVD), unidades ejecutoras, la primera encargada de proyectos de construcción, mejoramiento y conservación de la RVN y el segundo se encarga de actividades de planeación, gestión, administración y algunos casos de ejecución de proyectos destinados a la infraestructura vial departamental y vecinal. Con Provias Descentralizado el nivel central

busca acompañar a las entidades territoriales con financiamiento y apoyo técnico para la gestión de las vías a cargo de los niveles de gobierno regionales y locales.

Con el fin de mejorar la planeación y administración de la infraestructura vial, Perú ha dado pasos importantes en el enfoque de gestión de activos desde hace algunos años:

- Para el 2008 se expidió el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, que establece lineamientos e información para la ejecución de proyectos. Información de tránsito, inventario vial y la necesidad de cuantificar el patrimonio vial.
- En el 2014 se aprueba el Manual de Inventarios Viales. Documento que contempla toda la metodología, equipo, personal, sistemas, entre otros, para la realización de inventarios viales básicos e inventarios calificados, que contemplan características de condición de los activos.
- En 2021 presenta el “Plan de Implementación del Sistema de Gestión de Activos de la Red Vial Nacional”, el cual busca la implementación de un SGAV a partir de los documentos de la norma ISO 55000.

El plan de implementación se formula en dos fases, una primera fase orientada a la planeación de la conservación vial y la segunda fase para lograr la planeación de intervenciones a nivel de inversión. Se estima un periodo de 5 años para la implementación de la Fase 1, además este plan cuenta con recursos asignados mediante la Ley No. 31084, Ley de Presupuesto del Sector Público para el año fiscal 2021, por una suma de 15 millones de soles (3,8 millones de dólares aproximadamente al 3 de noviembre de 2022). (MTC, 2021)

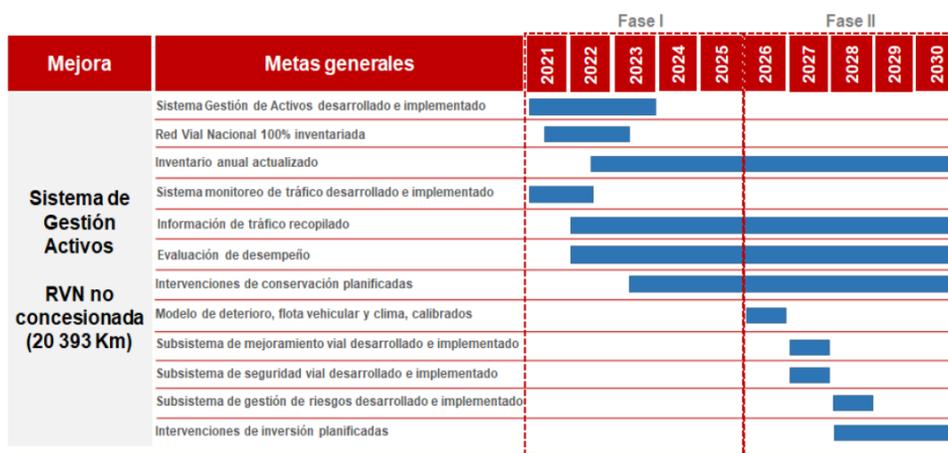


Figura 2-20. Metas de implementación del SGA en la RVN no concesionada.

Fuente: (MTC, 2021)

Al formular el plan de implementación usando el marco de gestión de activos de la norma ISO 55000, el país hace una gran apuesta a la renovación y transformación de la

administración de su infraestructura vial nacional. En donde contempla la adquisición de equipos para mediciones de condición de pavimentos, software especializado, contratación y capacitación del talento humano, al igual que la reproducción y ajuste de todos los documentos técnicos existentes del sector de carreteras con el fin de unificarlos al sistema. Al igual que Chile, se usará el software HDM-4 para el procesamiento de la información, con la correspondiente parametrización a la realidad peruana.

El plan también contempla metas de implementación en la red departamental priorizada que estará a cargo de Provias Descentralizado. Lo que implica de igual forma una transformación de esta entidad en su normativa y procedimientos, infraestructura física y de datos, software y el fortalecimiento de capacidades.

Perú ha seleccionado el enfoque de gestión de activos, para la transformación hacia una planeación en busca de resultados y objetivos de desempeño que ayuden a la nación en el cierre de brechas en infraestructura vial, en una primera fase para la conservación y una segunda de proyectos de mejoramiento. Que a su vez permitan alcanzar metas como las enmarcadas en los objetivos de desarrollo sostenible, disminuir costos logísticos y hacer parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

3 INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA

La administración de la infraestructura vial en el país ha tenido transformaciones con el pasar de los años. Pasando de ser llevada en gran medida por la nación a través de los extintos Ministerio de Obras Públicas y Transporte y el Fondo Vial Nacional (FNV), encargados de la red primaria y secundaria, por su parte, el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV) hacia la conservación y expansión de la red terciaria. Administración que pasa a una estructura descentralizada que inicia a partir de la Constitución Política de 1991.

Mediante Decreto 2171 de 1992, se reestructura el Ministerio de Obras Públicas y Transporte en el Ministerio de Transporte, del mismo modo en 1994 el FNV se liquida y se da paso al Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Años más tarde en 2003 se liquida el FNCV y se transfiere la red vial terciaria a su cargo al INVIAS. En el marco de descentralización estipulado en la Ley 105 de 1993, entre 1994 y 1998 el INVIAS entrega a los departamentos vías a su cargo. (DNP, 2016). Así mismo, del INVIAS, se escinde la Subdirección de Concesiones, la cual se convierte en el Instituto Nacional de Concesiones (INCO), encargada de todas las concesiones del sector transporte, sin incluir el aéreo. Entidad que en el año 2011 se transforma en la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) encargada de las vías primarias bajo contrato de concesión con empresas del sector privado y Asociaciones Público-Privadas APP.

Así las cosas, en la actualidad la administración de la infraestructura vial del país se encuentra a cargo de la nación por medio del INVIAS y la ANI, los departamentos, municipios y distritos especiales. En cuanto a la categorización de la red, la Ley 1228 de 2008 crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC) y establece tres categorías a saber: arteriales o de primer orden, intermunicipales o de segundo orden y veredales o de tercer orden, no obstante, es hasta el año 2013 que se definen criterios técnicos para la categorización de la red vial nacional, a través de la Resolución 1240 de 2013 del Ministerio de Transporte, que contempla la matriz y guía metodológica basándose en la funcionalidad de la vía, Tránsito Promedio Diario (TPD), diseño y/o características geométricas de la vía y población.

La red vial nacional está compuesta por 205.317 kilómetros de vías, siendo la de tercer orden la más extensa con un 69%, administrada en su gran mayoría por los 1.101 municipios que conforman la nación, quienes tienen el 71% de participación en esta red.

Tabla 3-1. Red vial Colombia por categoría y competencia. Cifras en kilómetros.

CATEGORIA	COMPETENCIA				TOTAL
	INVIAS	ANI	DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS	
PRIMARIA	11.087	6.809			17.896
SECUNDARIA			45.137		45.137
TERCIARIA	27.577		13.959	100.748	142.284
TOTAL	38.664	6.809	59.096	100.748	205.317

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2021)



Figura 3-1. Red vial Colombia por categoría y competencia.

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2021)

El Ministerio de Transporte aclara que los datos de las redes secundarias y terciarias son estimaciones, toda vez que no se cuentan con datos actualizados de inventarios viales a cargo de todas las entidades territoriales.

En cuanto al estado y condición, la información no se encuentra consolidada para toda la red vial nacional. En el informe “Transporte en cifras estadísticas 2020” del Ministerio de transporte se indica que la red primaria no concesionada a cargo del INVIAS se divide en pavimentada y no pavimentada y su estado se resume en la Figura 3-2.

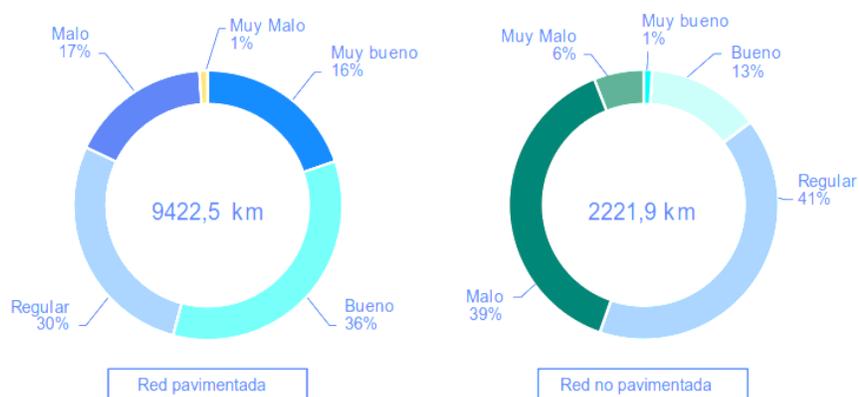


Figura 3-2. Estado de la red primaria pavimentada y no pavimentada administrada por INVIAS.

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2021)

3.1 Marco Normativo

Para el marco normativo se manejarán dos líneas aplicables en la infraestructura vial colombiana. En primer lugar, se tratarán las normas en materia de competencias y

administración por parte de los diferentes niveles de gobierno. En una segunda línea se expondrá lo relacionado con el sector transporte carretero y transversal a todo el territorio nacional. Ambas temáticas se desarrollarán a partir de la Constitución Política de 1991 al ser el punto de inflexión para la descentralización en el país.

3.1.1 Administración y competencias

La Constitución Política de 1991, insta a la nación en forma de República unitaria, descentralizada y con autonomía de sus entidades territoriales, tales como los departamentos, municipios y distritos especiales. Entidades con funciones y obligaciones frente a la prestación de servicios públicos de salud, educación, saneamiento básico, entre otros.

El estado colombiano es administrado por gobiernos nacionales con el presidente y su equipo de ministros, gobiernos departamentales con gobernadores y secretarios de despacho y gobiernos municipales con alcaldes y secretarios, todos con una duración de 4 años y elegidos por voto popular. Estos gobiernos deben formular planes de desarrollo en donde se establezcan los objetivos, metas y prioridades de la acción estatal, así como las estrategias y orientaciones de la política adoptada por el gobierno. Los planes territoriales como los Planes Departamentales de Desarrollo (PDD) y los Planes Municipales de Desarrollo (PMD) sin perjuicio de su autonomía, deberán tener en cuenta para su elaboración las políticas y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo (PND) para garantizar la coherencia. (Ley 152 Del 15 de Julio de 1994, 1994)

El artículo 33 de la Ley 152 de 1994, establece las autoridades de planeación en las entidades territoriales, indicando que alcaldes o gobernadores, serán el máximo orientador de la planeación en la respectiva entidad territorial. En este sentido serán los responsables de la planeación en todos los sectores de su competencia, tales como la infraestructura de transporte a cargo.

La Ley 105 de 1993 redistribuye las competencias entre la nación y las entidades territoriales para la administración de la infraestructura de transporte del país. Los artículos 12, 16 y 17 definen y establecen la integración de esta infraestructura a cargo de la nación, los departamentos y municipios respectivamente.

- La Nación se hará responsable de la Red Vial Arterial, definida como aquella que cumple la función básica de integración entre las principales zonas de producción y consumo del país. Así mismo, vías que inician su recorrido en las fronteras internacionales y terminan en los puertos del Atlántico o en fronteras internacionales.

- Los departamentos se harán responsables de las vías que son de su propiedad, las que el Gobierno Nacional en cumplimiento de lo ordenado en la Ley les traspasase mediante convenio, las que comunican entre sí dos cabeceras municipales, así como la porción territorial correspondiente de las vías interdepartamentales que no sean parte de la red Nacional; y, aquellas que en el futuro sean departamentales.
- Los municipios se harán responsables de aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas o veredas entre sí.

No obstante, la descentralización no ha sido completa, toda vez que la nación a través del INVIAS aún cuenta con cerca de 27.500 kilómetros de vías que no han sido transferidos a los respectivos departamentos y municipios. (DNP, 2007)

Como expone esta normativa, las competencias sobre la infraestructura vial del país están a cargo del sector público. Para el nivel nacional a través del Ministerio de Transporte y sus entidades adscritas como el INVIAS y la ANI, a nivel departamental por medio de las gobernaciones, secretarías y entidades adscritas y a nivel municipal por medio de las alcaldías, secretarías y entidades adscritas como por ejemplo el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en la ciudad de Bogotá. Así mismo, la planeación, asignación de recursos, priorización de proyectos y programación actividades para su desarrollo, operación y conservación, están a cargo de los gobiernos de turno y el plan de desarrollo formulado. Sin embargo, como entes reguladores y vigilantes del accionar de la rama ejecutiva, se encuentra el congreso de la República, las asambleas departamentales y concejos municipales, encargados de aprobar los planes de desarrollo y monitorear constantemente su ejecución.

En cuanto a los fondos utilizados para esta labor, en términos generales se hace uso de los recursos propios de las entidades, obtenidos a través del recaudo de impuestos, recursos del Sistema General de Regalías (SGR), endeudamientos con entidades nacionales e internacionales y cofinanciaciones con otras entidades. Estas fuentes tienen en común que no tienen destinación específica, es decir, los recursos deben distribuirse en todos los sectores y servicios públicos competencia del estado. No obstante, a diferencia de la salud o educación en donde los usuarios pagan periódicamente por el servicio, la infraestructura vial no recibe este tipo de aporte del usuario, salvo casos de vías con peajes. En este sentido, Colombia ha adoptado una sobretasa a la gasolina y al ACPM, que, a diferencia de los impuestos, esta sí tiene una destinación específica.

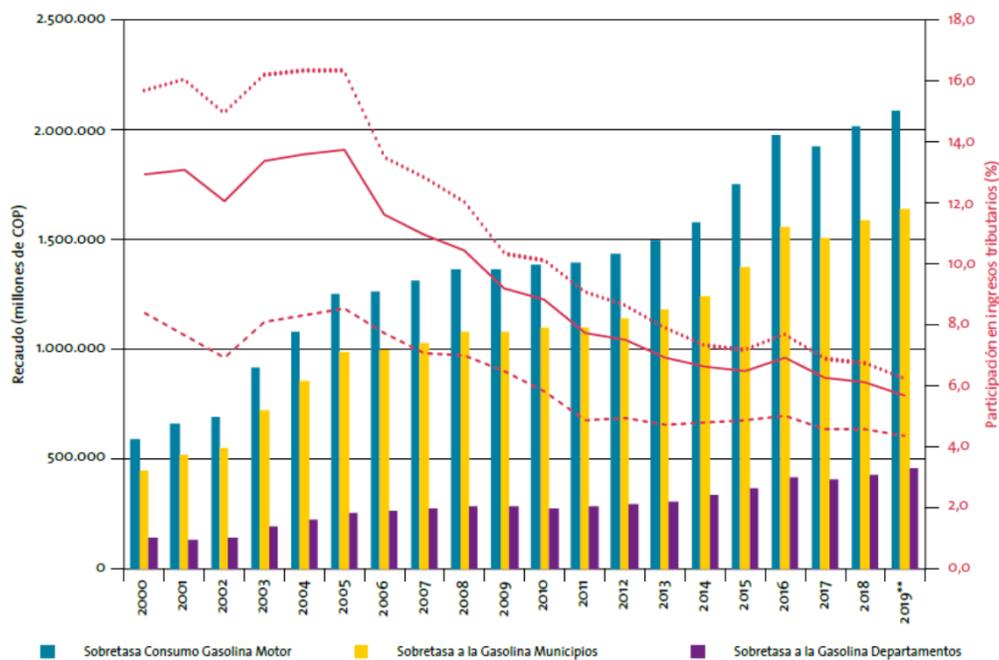


Figura 3-3. Recaudo sobretasa a la gasolina (2000 – 2019).

Fuente: (Proyecto de Ley 625-2021C (Sobretasa a La Gasolina), 2021)

Como se observa en la Figura 3-3, el recaudo para el año 2019 de la sobretasa a la gasolina fue de 2,1 billones aproximadamente, donde 1,6 billones fueron ingresos de los municipios y 0,5 billones fueron ingresos de los departamentos.

La sobretasa al ACPM es cobrada por la Nación y distribuida en un cincuenta por ciento (50%) para el mantenimiento de la red vial nacional y otro cincuenta por ciento (50%) para los departamentos incluido el Distrito Capital con destino al mantenimiento de la red vial. (Ley 2093 Del 29 de Junio de 2021, 2021)

Mediante la Ley 2093 del 2021 se modificaron las tarifas, toda vez que su cálculo se estaba realizando de manera errónea ya que el recaudo de la sobretasa no era concordante con el incremento del parque automotor en el país. Con esta ley las tarifas son las siguientes:

- **Para gasolina:**

Tabla 3-2. Tarifas de la sobretasa a la gasolina.

		Gasolina corriente	Gasolina extra
Tarifa General	Municipal y Distrital:	\$940	\$1.314
	Departamental:	\$330	\$462
	Distrito Capital:	\$1.270	\$1.775
Tarifa en Zonas de frontera	Municipal y Distrital:	\$352	\$1.314
	Departamental:	\$124	\$462

Fuente: (Ley 2093 Del 29 de Junio de 2021, 2021)

- **Para el ACPM:**

La tarifa de la sobretasa al ACPM será de \$301 pesos por galón. La sobretasa al ACPM para consumo en municipios zonas de frontera se liquidará con una tarifa de \$204 por galón para el producto nacional y \$114 por galón para el producto importado.

Otra fuente de financiación es el recaudo mediante peajes sobre la vía, lo que es similar al pago que se hace por cualquier otro servicio público como la energía. En este caso, el recaudo si es específico al pago de la inversión de capital usado en la construcción o mejoramiento de la vía y a los gastos de su operación y conservación. Esta figura es usada principalmente en los contratos de concesión, no obstante, el INVIAS y algunas entidades territoriales cuentan con casetas de recaudo administradas por ellas mismas.

3.1.2 Sector transporte carretero

El marco normativo mostrado anteriormente establece la autonomía de los gobiernos territoriales, departamentales y municipales, sobre la infraestructura vial a su cargo, que sumada es del 78% del total de la red nacional. Así mismo, las fuentes de financiación son en su mayoría producto del recaudo de impuestos, que se distribuyen en todos los sectores y constitucionalmente se debe priorizar en salud, educación y otras inversiones sociales.

No obstante, el gobierno nacional ha promulgado normativa del sector carretero, transversal a todos los niveles con el fin de garantizar un desarrollo ordenado del modo.

La Ley 1228 de 2008 tiene por objeto la determinación de las fajas mínimas de retiro para las carreteras de la red vial nacional. Para vías de primer orden sesenta (60) metros, Segundo orden cuarenta y cinco (45) metros y tercer orden treinta (30) metros. Así mismo en su artículo primero, establece al Ministerio de Transporte como la autoridad encargada de determinar la categoría a la que pertenece cada vía de la red. El artículo 10, crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), en donde se espera almacenar el inventario vial de la nación y se obliga a todas las entidades, nacionales y territoriales, administradoras de la red vial a suministrar esta información al Ministerio de Transporte como administrador del SINC.

La Ley 1682 de 2013 también conocida como la Ley de Infraestructura, determina un marco normativo para la infraestructura de transporte en búsqueda de superar cuellos de botella que afectaban la agilidad y viabilidad de los proyectos, ocasionados por controversias en cuanto a adquisición de predios, licencias ambientales, redes de servicios públicos, entre otros. A partir de esta ley, otros sectores ajustan su normativa para el desarrollo de infraestructura de transporte, como ejemplo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

expide el Decreto 769 de 2014 en donde se listan las actividades de mejoramiento que no requieren trámite de licencia ambiental. Trámites que anteriormente eran confusos y sin criterio unificado. Así mismo, en su artículo 8 define los principios para planear y desarrollar la infraestructura de transporte, tales como la accesibilidad, adaptación y mitigación al cambio climático, calidad del servicio, capacidad, competitividad, conectividad, eficiencia, seguridad y sostenibilidad ambiental.

El Decreto 736 de 2014, busca reglamentar la planeación de la infraestructura de transporte que garantice la intermodalidad, multimodalidad, articulación e integración. En este sentido, se establecen los siguientes lineamientos para tener en cuenta en los proyectos:

- Conectividad.
- Complementariedad modal.
- Complementariedad de servicios Logísticos.
- Equilibrio.
- Redundancia.
- Sostenibilidad.
- Visión Estratégica.
- Vocación.
- Articulación.

El Decreto 1079 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte, tiene como objeto compilar y racionalizar las normas del sector, especialmente en temas relacionados con la prestación de servicios de transporte de los distintos modos, obligaciones de las empresas, procedimientos y demás normativa como elemento fundamental del sistema.

La normativa presentada en este numeral busca que el desarrollo de la infraestructura de transporte sea ordenado y con los mismos principios rectores determinados por el nivel nacional. En este sentido, las entidades territoriales deben cumplir con la misma al ser normas de cobertura nacional, sin importar la autonomía que estas tienen también por ley.

A parte de esta normativa legal, la nación a través del Ministerio de Transporte y más específicamente el INVIAS, han expedido una serie de documentos técnicos tales como especificaciones de construcción de carreteras, especificaciones de ensayo de materiales, manuales de diseño geométrico, taludes, drenaje de carreteras, diseño de pavimentos asfálticos e hidráulicos, placa huellas, guías ambientales, de rehabilitación, mantenimiento de vías, entre muchos otros, que si bien no es obligatorio su adopción por parte de departamentos

o municipios, si son usados por estas entidades al no tener la capacidad técnica ni financiera para desarrollar su propia documentación técnica.

3.2 Avances en gestión vial en Colombia

Si bien la red vial nacional es responsabilidad de la nación, departamentos y municipios, con autonomía de sus autoridades en cuanto a su planeación y administración tal como se expuso anteriormente. Esta debe desarrollarse y mantenerse de forma integral para que cumpla su función de conectar el territorio. Desde las veredas y zonas productoras rurales, por medio de vías terciarias, pasando por cascos urbanos de pequeños municipios y ciudades intermedias, con vías secundarias, hasta las grandes ciudades y puertos por medio de vías primarias.

En este sentido, el gobierno central no puede desligarse completamente de la responsabilidad que le asiste sobre toda la infraestructura vial del país. Dado que no es viable una red donde solo las vías primarias se encuentren en buen estado y las rurales se abandonen. Las vías rurales constituyen la vía por la cuales transitan más del 88.7% del volumen de las exportaciones de recursos naturales que la región de América Latina y el Caribe exporta, incidiendo significativamente en su competitividad internacional. (Pérez, 2020)

La política de descentralización de la red vial nacional iniciada a principio de los años noventa, ha traído consigo una serie de dificultades evidenciadas principalmente en las entidades territoriales. Problemas como debilidades en los procesos de administración e implementación de Sistemas de Gestión Vial (SGV) sobre la red vial a su cargo, concentrando las acciones y los recursos en actividades correctivas, antes que preventivas; ausencia de políticas de sostenibilidad de las acciones realizadas sobre la red vial y ausencia de una cultura de buen uso de la infraestructura vial, por parte de los usuarios y las comunidades. (DNP, 2007)

En el estudio realizado por (Zaninovich, 2017) se afirma que entregar los derechos de propiedad de las vías a los territorios implica asumir responsabilidades fiscales sobre los mismos, además, se monopolizaron en los gobiernos locales de turno, las decisiones de priorización de intervención. Es así como se evidencia la necesidad de que la nación a través del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Transporte brinde herramientas, lineamientos y sobre todo exigencias a las entidades territoriales para el mejoramiento en la gestión de la infraestructura vial a su cargo, a través de criterios para la priorización de proyectos, optimización de recursos, conservación de la infraestructura y el uso eficiente de los recursos disponibles.

A continuación, se presentan algunos avances relevantes que se han dado en documentos CONPES, Planes Maestros, entre otra normativa relacionada con la planeación y gestión de la infraestructura vial.

3.2.1 Conpes 3272 de 2004 “Política integral de infraestructura vial”

Tuvo como objetivo principal establecer una política orientada a mejorar la competitividad de la nación, a través de un programa de rehabilitación y mantenimiento de las vías a cargo de la nación y un programa de infraestructura vial de integración y desarrollo regional para vías a cargo de municipios y departamentos. Esto resultado del evidente y elevado deterioro de la red vial nacional, provocado en gran medida por la ineficiencia en el modelo de gestión utilizado. Donde las intervenciones en las vías no eran programadas o planeadas, sino que se reaccionaba ante situaciones puntuales que exigían la reconstrucción de toda la estructura de pavimento. Esto genera una dinámica perversa al destinar recursos en costosas rehabilitaciones y/o reconstrucciones de pocos kilómetros, mientras que la mayor parte de la red continúa un proceso acelerado de deterioro, aumentando el pasivo vial. (DNP, 2004)

Es ese momento, se realizó el cálculo del pasivo vial, definido como el recurso necesario para pasar la red vial de los estados regular y malo a bueno. De esta proyección para la red vial no concesionada a cargo de la nación, se encontró que, con la estrategia reactiva, el pasivo vial aumentaría progresivamente, al mismo tiempo que la red vial en buen estado iría disminuyendo por el inminente deterioro y la falta de mantenimiento preventivo.

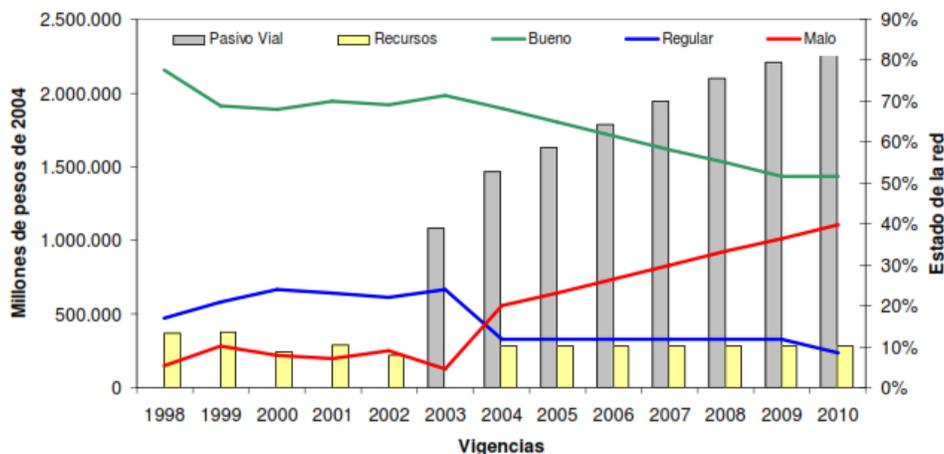


Figura 3-4. Déficit en el pasivo vial y comportamiento del estado de la red 1998-2010.

Fuente: (DNP, 2004)

Con este panorama para el futuro, se propone un Programa Integral de Rehabilitación y Mantenimiento (PIRM), que requiere cambios en el tipo de contratos de obra. Para que delegue el mantenimiento y planeación de actividades en una vía específica o parte de la red

al contratista. Así mismo, el contrato no estará sujeto únicamente a cantidades de obra ejecutadas sino al nivel de servicio prestado por la infraestructura a su cargo. En la actualidad el INVIAS celebra contratos de administración vial con esta estructura, en donde el contratista e interventoría deben realizar el inventario de condición de la infraestructura para conocer su estado, planeación del tipo de intervenciones requeridas, programación de actividades y ejecución de labores, garantizando permanentemente su mantenimiento. Dadas las restricciones presupuestales en este tipo de contratos, se deben aplicar técnicas de optimización que permitan la mayor relación beneficio/costo posible.

3.2.2 Conpes 3480 de 2007 “Política para el mejoramiento de la gestión vial departamental a través de la implementación del Plan Vial Regional”

El gobierno nacional busca que las entidades departamentales implementen procesos y herramientas de gestión vial que incluyen principalmente, inventarios, mejoramiento y mantenimiento de vías y su fortalecimiento institucional. (DNP, 2007)

En este sentido, el Ministerio de Transporte desarrolla la metodología para la elaboración del Plan Vial Departamental (PVD), para que cada departamento lo formule con acompañamiento técnico del ministerio. La priorización de tramos o vías se establece a partir de 6 indicadores.

INDICADORES TÉCNICOS				INDICADORES DE CONECTIVIDAD INTERMODAL						INDICADORES ECONÓMICOS				INDICADORES SOCIALES			INDICADORES EJES ESTRATÉGICOS	
CONECTIVIDAD CON MUNICIPIOS	PASAJEROS TRANSPORTADOS	TRANSITABILIDAD	TRÁFICO PROYECTADO	CONECTIVIDAD AÉREA	CONECTIVIDAD CARRETERA	CONECTIVIDAD FLUVIAL	CONECTIVIDAD MARÍTIMO Y CABOTAJE	CONECTIVIDAD FÉRREA	CONECTIVIDAD CABLES	CARGA TRANSPORTADA	COSTOS DE TRANSPORTE DE CARGA	CALIFICACIÓN ÁREA DE DESARROLLO	ARTICULACIÓN CON CENTROS TURÍSTICOS	ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL NORMALIZADO	POBLACIÓN BENEFICIADA	DOTACIÓN	INDICADORES EJE ESTRATÉGICO	CALIFICACIÓN DEL EJE

Figura 3-5. Indicadores para priorización de vías en el marco del PVD.

Fuente: (Ministerio de Transporte, n.d.)

Al año 2022 el ministerio ha aprobado los PVD de los 32 departamentos del país, no obstante, solo 10 departamentos han actualizado sus planes de conformidad con la metodología multimodal.

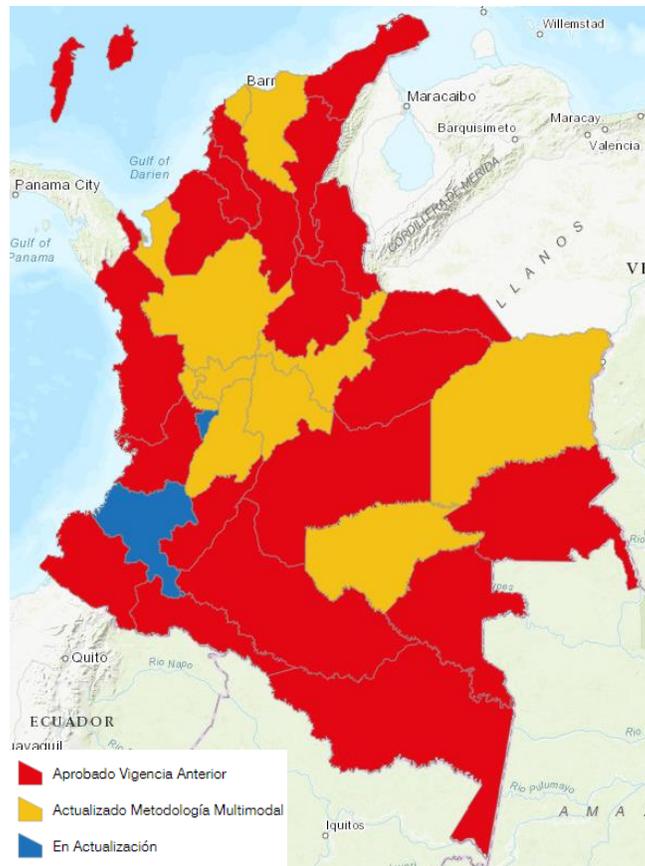


Figura 3-6. Planes viales departamentales aprobados.

Fuente: (Ministerio de Transporte, n.d.)

Si bien esta herramienta contempla buenas prácticas para la gestión de infraestructura vial, como información de inventarios, diagnósticos de condición, volúmenes de tráfico, vocación agropecuaria y manufacturera de los municipios y regiones, al igual que la visión de ciclo de vida de los activos. No existe normativa que obligue su cumplimiento por parte de las entidades territoriales y aunque el resultado de priorización de algún tramo o vía se encuentre por encima de otros, será el gobierno de turno quien determine que se priorice.

3.2.3 Categorización de la red vial nacional

En cumplimiento del artículo 1 de la Ley 1228 de 2008, el Ministerio de Transporte expidió la Resolución 1240 de 2013 en donde estableció los criterios para la categorización de las vías de la red vial nacional y expide la matriz y metodología para esta categorización. Los criterios adoptados son la funcionalidad de la vía, TPD, características geométricas y población. En esta resolución se da un plazo de 18 meses para que el INVIAS, la ANI, los departamentos, municipios y distritos especiales diligencien la matriz con las vías a su cargo y la presenten ante el Ministerio de Transporte. No obstante, este plazo no es cumplido y se prórroga a través de las resoluciones 1530 de 2017, 1322 de 2018, 6704 de 2019, 411 de

2020 y por último la Resolución 20223040034555 de 2022 amplió el plazo hasta el 24 de diciembre de 2024.

Al año 2020 el avance de las matrices de categorización aprobadas por el Ministerio de Transporte era de un 55% para la totalidad de la red vial nacional.

Tabla 3-3. Avance en categorización vial aprobada por tipo de entidad.

Entidad	Avance (%)
Red vial primaria a cargo del INVIAS	100
Red vial concesionada a cargo de la ANI	100
Red vial terciaria a cargo del INVIAS	0
Red vial a cargo de los departamentos	72
Red vial a cargo de los municipios	5
Total	55

Fuente: (Resolución 411 Del 26 de Febrero de 2020, 2020)

3.2.4 Inventarios viales

Del mismo modo y para el cumplimiento del artículo 10 de la Ley 1228 de 2008, el Ministerio de Transporte expide la Resolución 1860 de 2013, la cual adopta la primera versión de la metodología para reportar información de inventarios viales al SINC. Metodología que establece 18 capas de información geográfica a reportar con una estructura de campos y sus atributos que deben ser cumplidos de igual forma por las diferentes entidades nacionales y territoriales. Esto para garantizar uniformidad en la información que debía ser enviada al Ministerio en un plazo de 2 meses a partir de la entrada en vigor de esta resolución. No obstante, este plazo no se cumple y se debe prorrogar a través de las resoluciones 1067 de 2015, 5574 de 2016, 1321 de 2018, 6704 de 2019, 412 de 2020 y por último la Resolución 20223040034555 de 2022 también amplía el plazo para la entrega de los inventarios viales hasta el 24 de diciembre de 2024.

A través de los años la metodología también ha sufrido cambios, en este sentido la Resolución 412 de 2020 adopta la versión 4 en donde se establece un total de 9 capas de información geográfica, a saber:

- EJES
- FOTOEJE
- PRS
- PROPIEDADES
- PUENTES
- MUROS

- TUNELES
- SITIOSCRITICOS
- OBRASDRENAJE

En cuanto al avance de los inventarios viales, al año 2020 el ministerio había recibido el 24% de los inventarios municipales, y aprobados y cargados en la plataforma del SINC un equivalente del 12%. De igual forma, la red vial secundaria inventariada era del 91%. (Resolución 412 Del 26 de Febrero de 2020, 2020)

El Ministerio de Transporte en su informe de cifras del año 2020, indica que, para la red vial terciaria, la cual está a cargo de la nación, departamentos y en mayor medida de los municipios, solo se tiene el inventario del 20,62% de la red estimada, es decir que aún harían falta aproximadamente 113 mil kilómetros de vías terciarias por inventariar.

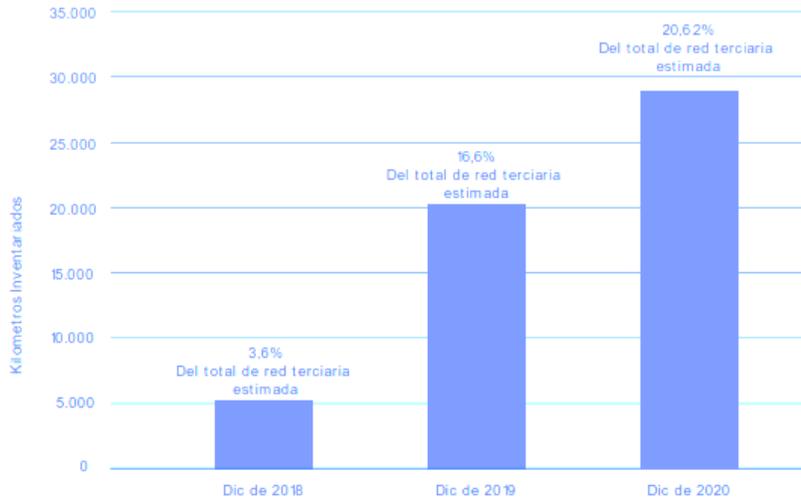


Figura 3-7. Avance inventarios red vial terciaria aprobada y cargada en SINC.

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2021)

3.2.5 Conpes 3857 de 2016 “Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria”

En este se identifican seis ejes problemáticos en la gestión vial de la red terciaria del país, de los cuales varios son internos a las entidades encargadas de la administración vial y otros hacen parte del entorno legal, social y de orden público de la nación.

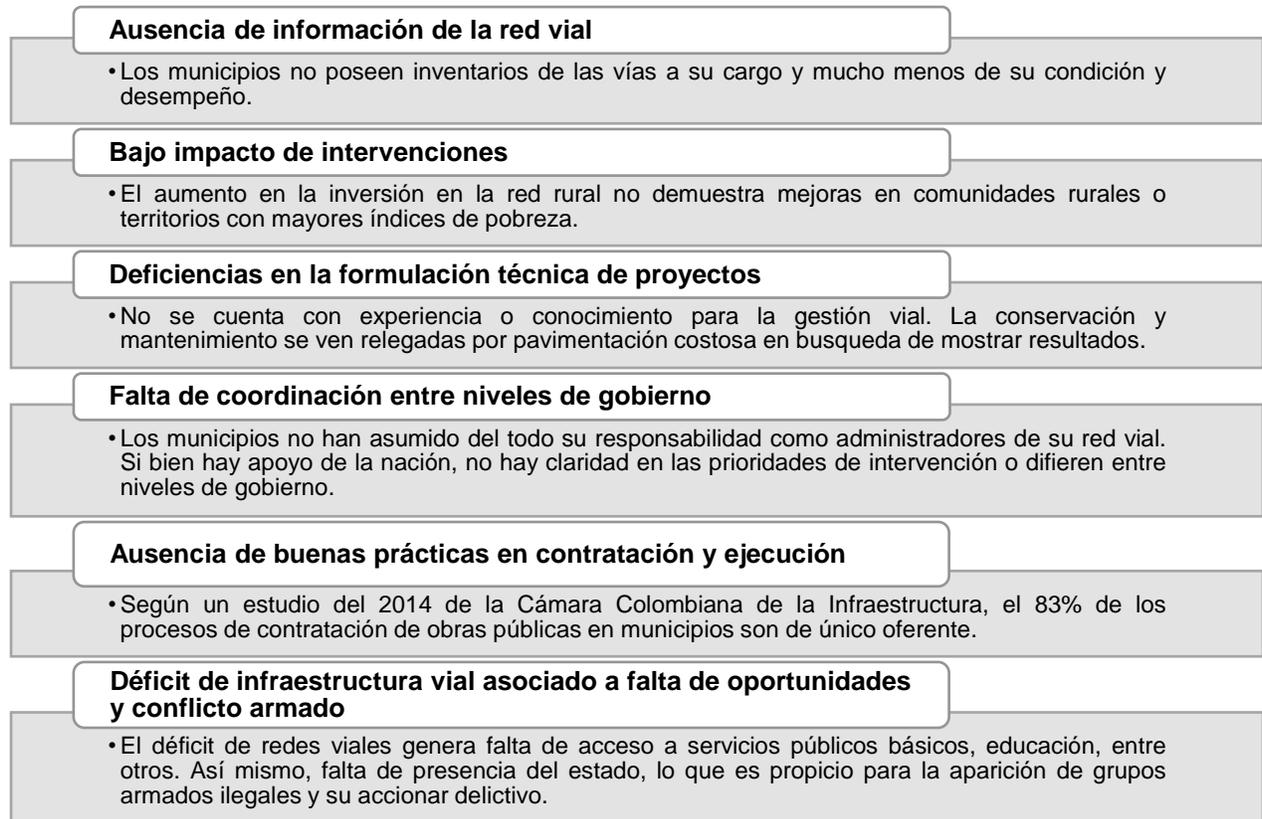


Figura 3-8. Ejes problemáticos en la gestión vial de la red terciaria.

Fuente: elaboración propia.

Identificada la problemática se definen seis objetivos específicos, uno por eje, con el fin de mejorar la gestión de la red vial terciaria a cargo de las entidades territoriales, especialmente los municipios. Para la ausencia de información de la red vial se permite la financiación de los inventarios viales con recursos del SGR, así mismo, el DNP estructura proyectos tipo para uso de las entidades territoriales y facilitar su presentación. Para el bajo impacto de intervenciones, se formula un modelo de priorización vial municipal, en donde a partir de información técnica, social, económica y ambiental se priorizan las vías terciarias a cargo de municipios.

		Crterios	Parámetros	Puntaje
Espacial (40 puntos)	Conectividad (30 puntos)	Vereda o vía terciaria (30 puntos)	Centro poblado	30
			Centro de acopio o punto de intercambio modal	25
			Otra vereda o vía terciaria	20
	Acceso (10 puntos)	Estado de las vías de acceso a la vía terciaria en análisis (10 puntos)	Vía nacional	20
			Secundaria	15
			Otros	10
Infraestructura y logística rural (5 puntos)	Áreas sembradas (cultivos lícitos) (5 puntos)	Más de 20 ha a máximo 15 min de la vía	5	
		Entre 3 y 20 ha a máximo 15 min de la vía	3	
Económica (25 puntos)	Cadenas productivas (20 puntos)	Conexión productos que son bienes finales o insumos de otros bienes finales priorizados en el marco de la política de desarrollo productivo (15 puntos)	Menos de 3 ha a máximo 15 min de la vía	2
			Priorizados en el marco de la política de desarrollo productivo	5
			Priorizados por Ministerio de Comercio, Industria y Turismo como vías de acceso turístico	5
	Población (10 puntos)	Áreas de agricultura familiar (Colombia Siembra) (5 puntos)	Priorizados por Ministerio de Minas y Energía como vías de desarrollo minero	5
			No priorizados en el marco de la política de desarrollo productivo	0
			Priorizadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	5
Social (35 puntos)	Acceso dotacional (10 puntos)	Conexión centros sociales o culturales	No priorizadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	0
			Más de 5 viviendas/km ²	10
	Sustitución cultivos (15 puntos)	Promueve la sustitución de cultivos	Dispensa (5 puntos)	6
			Menos de 5 viviendas/km ²	6

Figura 3-9. Asignación de puntajes para priorización de vías terciarias en un municipio o región.

Fuente: (DNP, 2016)

La deficiencia técnica se atacará mediante la contratación de consultorías de red terciaria por parte del INVIAS, para la producción de documentos técnicos encaminados a las vías de bajo tráfico vehicular. Como ejemplo, en el año 2017 el INVIAS publica la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa - Huella como solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo.

Para la falta de coordinación entre niveles de gobierno, se propone un modelo de cofinanciación que establece porcentajes de cofinanciación por parte de la nación a proyectos que cumplan con criterios sociales y económicos, así mismo, se asignan puntajes a partir de la cantidad de kilómetros de vías dentro del municipio, garantía de mantenimientos a las obras ejecutadas, prioridad de las vías y utilización de proyectos tipo. Este modelo de cofinanciación es usado en el proyecto “Colombia Rural”, el cual en su primera etapa suscribió 780 convenios por \$684.000 millones en los 32 departamentos que garantizan la ejecución de obras de mejoramiento en 6.180 kilómetros y de mantenimiento vial en 10.500 kilómetros. (*Colombia-Rural*, n.d.)

En cuanto a la problemática de contratación, se insta a las entidades al uso de guías y manuales de publicados por Colombia Compra Eficiente para la estructuración de procesos

de selección. No obstante, en la actualidad la contratación de infraestructuras de transporte se debe realizar obligatoriamente con documentos tipo por todas las entidades públicas.

Por último, el déficit de infraestructura vial en regiones históricamente afectadas por el conflicto armado y en concordancia con el punto 1 del acuerdo de paz, Reforma Rural Integral, se focalizarán inversiones en estos territorios. Como ejemplo se tienen las obras por impuestos impulsadas principalmente en las Zonas Más Afectadas por el Conflicto Armado (ZOMAC), al igual que la priorización que da el Órgano Colegiado de Administración y Decisión para la Paz (OCAD Paz) a los territorios con Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET).

Este documento CONPES fue sin duda muy ambicioso, toda vez que el reto de la administración de la red vial rural tiene factores políticos, económicos, sociales, técnicos y ambientales únicos, al igual que una deuda histórica por parte del estado. En tal virtud, se dan lineamientos para mejorar la gestión vial a través de la realización de inventarios viales, implementación de procesos para priorización de proyectos, uso de documentos técnicos con enfoque rural, contratación transparente y un alto grado de inclusión y participación de las comunidades en la toma de decisiones y ejecución de los trabajos.

En este mismo sentido, las Orientaciones transitorias para la gestión de proyectos de inversión del SGR para el sector transporte, en su numeral 7.13.2 “Proyectos de construcción, mantenimiento, adecuación, mejoramiento o rehabilitación de infraestructura vial”, establece para proyectos en vías terciarias, el requisito de que la vía haya sido priorizada mediante la metodología señalada en el Documento CONPES 3857. Al igual que un requisito de que se cuente con inventario vial o se ejecute en el marco del proyecto de inversión. Ambos requisitos en pro de que se ejecuten obras y se mejore la gestión vial.

3.2.6 Decreto 129 de 2020

Decreto del orden nacional que adiciona un título al Decreto 1079 de 2015, con el fin de definir criterios de priorización que el INVIAS y la Unidad Administrativa Aeronáutica Civil (AEROCIVIL), deben tener en cuenta para apoyar la financiación de proyectos de intervención de la red vial, fluvial y aeropuertos regionales competencia las entidades territoriales. Criterios de carácter técnico, sociales, económicos, ambientales, entre otros. En el caso de infraestructura vial, los proyectos deben estar enmarcados en un instrumento de planificación, tales como y sin limitarse a, Planes Viales Regionales y Priorización del Plan Nacional Vías para la Integración Regional – PNVI. En este sentido, el gobierno nacional incentiva a las entidades territoriales a desarrollar planes viales e instrumentos de priorización a partir de información y diversos criterios con el fin de apartarse de los intereses particulares.

3.2.7 Sistema Inteligente de Gestión de Infraestructura (SIGI) del INVIAS

El INVIAS en cumplimiento de su programa “Transformación Técnica” tiene dos proyectos para la gestión vial. El primero es el desarrollo e implementación de un sistema de gestión de la infraestructura de transporte nacional, en donde se busca optimizar los recursos de inversión de los proyectos de mantenimiento de la red vial nacional a cargo de la entidad, garantizando la prolongación de la vida útil, la modernización y sostenibilidad en la infraestructura vial. (INVIAS, 2020)

El segundo, es el desarrollo de un Sistema Integrado de Gestión de Puentes (SIGP), para el cual se suscribió el convenio 2444 de 2019 con la Universidad de los Andes y la Universidad Javeriana. La entidad reconoce la importancia que tienen los puentes en cualquier red de carreteras, que para la red nacional a su cargo es de 3.442 puentes. De este modo el SIGP se compone por 5 módulos integrados a programas computacionales y aplicaciones de dispositivos móviles.

INVENTARIO	INSPECCIÓN	CARGAS Y AMENAZAS	SALUD ESTRUCTURAL Y MONITOREO	TOMA DE DECISIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento en campo: localización, juntas, superestructura, subestructura. • Información complementaria: planos y memorias, tránsito, valorización económica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual: • Rutinaria (15 días) • Extendida (6 meses) • Deterioro de elementos de servicio, Daños críticos y evaluación del mantenimiento • Excepcional (eventos extremos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos operativos: • Capacidad de carga • Vulnerabilidad a fatiga • Riesgos naturales: • Vulnerabilidad sísmica • Vulnerabilidad a socavación • Vulnerabilidad por avenidas torrenciales • Vulnerabilidad por movimientos en masa 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos simples: Ultrasonido, termografía • Ensayos avanzados: Vibraciones, emisión acústica 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de transporte • Modelos de deterioro • Opciones de intervención

Figura 3-10. Módulos Sistema Integrado de Gestión de Puentes (SIGP).

Fuente: elaboración propia.

El SIGP se encuentra en fase de pruebas a través de pilotos en 90 puentes de la red vial primaria a cargo del INVIAS, así mismo, se han adelantado capacitaciones a los administradores viales para la recopilación de la información necesaria de inventarios e inspección. Al igual que el uso de los aplicativos y programas desarrollados para la captura y almacenamiento de esta información.

En el foro “Sistemas de Gestión de Infraestructura y Activos Viales” adelantado por el INVIAS en julio del año 2022, la entidad reconoce que el enfoque de gestión de activos debe ser adoptado por la nación para la búsqueda de optimización de recursos, sostenibilidad y calidad de su infraestructura de transporte, a través de procesos y decisiones técnicas, ambientales, sociales y económicas.

Si bien la entidad ha invertido recursos importantes en la estructuración y desarrollo de las diferentes aplicaciones, software, bases de datos y documentos técnicos desde que se inició el programa, el gran desafío será continuar con la iniciativa y obtener un sistema integral en donde se incluyan otros activos igualmente importantes como los pavimentos o muros.

3.3 Caracterización de departamentos en Colombia

A partir de la constitución de 1991 Colombia se encuentra dividida por 32 departamentos, los cuales son administrados por las gobernaciones dirigidas por gobiernos de elección popular en cabeza del gobernador, sus secretarios de despacho y entidades descentralizadas o empresas de economía mixta. En tal virtud, la administración, planeación y gestión de los 59.096 kilómetros de vías de la red vial nacional a cargo de los departamentos recae en las gobernaciones y sus entidades creadas para tal fin.

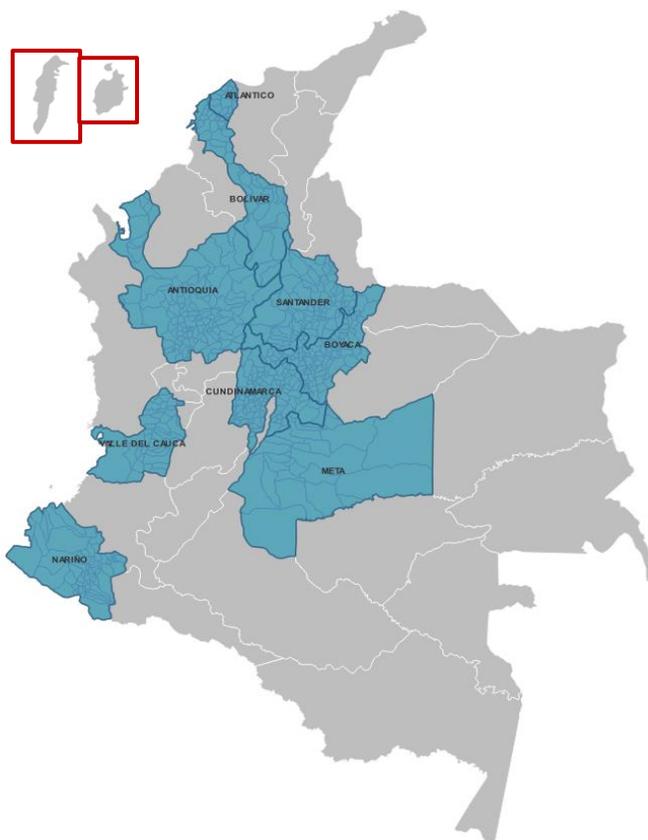
Con el propósito de realizar un diagnóstico al estado de la gestión de infraestructura vial por parte de estas entidades territoriales, se determinó una muestra a partir de la categoría de los departamentos para el año 2022. Esta categorización tiene en cuenta variables tales como la población, los ingresos corrientes de libre destinación y los gastos de funcionamiento de las entidades territoriales. Categorización que se realiza cada año partiendo de resultados del año inmediatamente anterior.

Tabla 3-4. Cantidad de departamentos por categoría al año 2022.

Categoría	Cantidad de Departamentos.
ESPECIAL	3
1	6
2	5
3	8
4	10

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Contaduría General de la Nación.

Como criterio de selección de la muestra se establecieron las categorías Especial y la 1, esto debido a que se trata de los departamentos con mayores poblaciones y con recursos para la inversión superior a los de otras categorías. En este sentido, los departamentos seleccionados se muestran en el Mapa 3-1.



Mapa 3-1. Departamentos seleccionados como muestra.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3-5. Departamentos seleccionados como muestra y su categoría.

Departamento	Categoría (2022)
Antioquia	ESP
Cundinamarca	ESP
Valle del Cauca	ESP
Atlántico	1
Bolívar	1
Boyacá	1
Meta	1
Nariño	1
Santander	1

Fuente: elaboración propia.

De conformidad con lo anterior, se seleccionaron 9 departamentos del territorio nacional, pertenecientes a distintas regiones y con características únicas, pero con funciones similares en cuanto a la gestión de infraestructura vial a su cargo. En tal virtud, se presentarán datos e indicadores económicos, demográficos, institucionalidad, entre otros para contrastar la realidad de cada departamento.

3.3.1 Demografía y economía

Antioquia es el departamento de la muestra y el país que mayor número de municipios tiene en su jurisdicción con un total de 125, seguido por Boyacá con 123 y Cundinamarca con 116 municipios. Por otro lado, Atlántico es el que menor cantidad de municipios tiene con un total de 23 en un área total de 3.019 km², siendo el departamento de la muestra con la menor superficie. En contraste, el departamento del Meta es el segundo con menor número de municipios, pero el de mayor extensión con 85.635 km² seguido en este aspecto por Antioquia con 63.612 km² y muy lejos por Nariño con 32.820 km².

En cuanto a la población, según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el año 2022 Antioquia es el departamento que mayor número de habitantes tiene con un total de 6.887.306 habitantes, seguido por Valle del Cauca con 4.589.278, lo cual tiene relación directa con las ciudades principales que se encuentran dentro de estos departamentos, tales como Medellín y Cali. El tercer departamento en población es Cundinamarca con 3.478.323 de habitantes, aunque este departamento no cuenta con una cabecera o ciudad principal, la incidencia de Bogotá hace que los municipios más aledaños a la capital del país tengan un importante número de habitantes.

Tabla 3-6. Características demográficas de departamentos seleccionados.

Departamento	Número de Municipios	Área (km ²)	Hombres (hab.)	Mujeres (hab.)	Cabecera	Centros Poblados y Rural	Población (hab.)
Antioquia	125	63.612	48%	52%	80%	20%	6.887.306
Atlántico	23	3.019	49%	51%	95%	5%	2.804.025
Bolívar	45	25.978	50%	50%	74%	26%	2.236.603
Boyacá	123	23.012	49%	51%	60%	40%	1.259.601
Cundinamarca	116	24.210	49%	51%	76%	24%	3.478.323
Meta	29	85.635	50%	50%	76%	24%	1.080.706
Nariño	64	32.820	49%	51%	44%	56%	1.629.181
Santander	87	30.537	49%	51%	77%	23%	2.324.090
Valle del Cauca	42	22.195	47%	53%	86%	14%	4.589.278

Fuente: elaboración propia.

Tal como se relaciona en la Tabla 3-6 la proporción de la población por géneros entre los departamentos de la muestra son muy similares, no obstante, si se evidencia una diferencia en la localización de esta población. En este sentido, Nariño es el único departamento en el cual sus habitantes se encuentran en centros poblados y zonas rurales en mayor medida que los ubicados en las cabeceras urbanas. El 56% en centros poblados y

zonas rurales frente a un 44% en zona urbana. El segundo departamento que más población rural tiene es Boyacá con un 40% frente a la población ubicada en cabeceras que es el 60%. Para el resto de los departamentos, estas proporciones varían entre el 74% y el 95% de población urbana frente a un rango entre el 26% y 5% de población ubicada centros poblados y zonas rurales.

En materia económica, Antioquia es el departamento que mayor producción tiene, con un Producto Interno Bruto – PIB de 148 billones de pesos para el año 2020, es decir, el 14,9% del PIB nacional. Seguido por Valle del Cauca con 100 billones y Santander con 62 billones y una participación del 10% y 6,5% respectivamente sobre el total nacional. En contraste, Nariño con un PIB de 16 billones, es el departamento que menor producción tiene dentro de la muestra, superado por Boyacá con 26 billones y por Meta con 31 billones, así mismo, estos tres departamentos tienen una participación sobre el PIB nacional del 1,6%, 2,7% y 3,6% respectivamente.

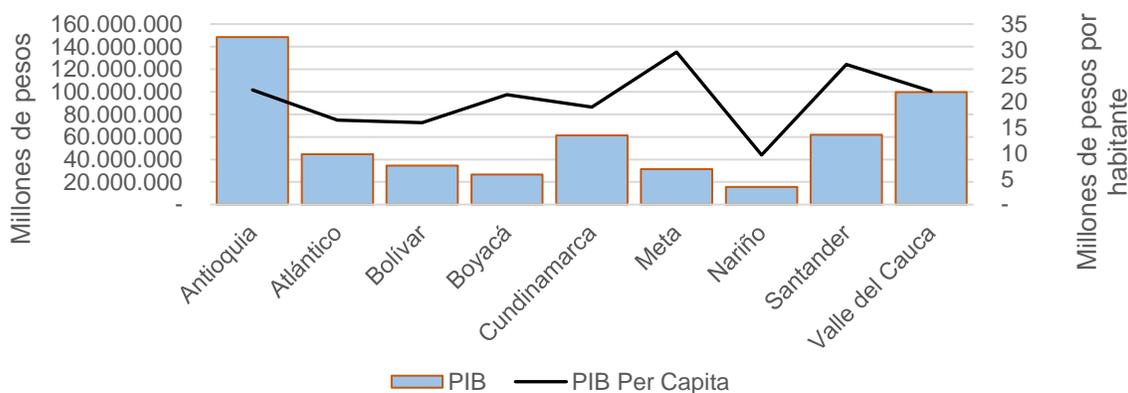


Figura 3-11. PIB año 2020 departamentos seleccionados.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del DANE.

En la Figura 3-11 se muestra el PIB percapita, este ultimo como el resultado de dividir el PIB departamental entre la población de cada departamento seleccionado. Este indicador maroeconomico permite evidenciar el nivel de riqueza de la población que generó los bienes y servicios en el periodo de estudio. En tal virtud, Meta es el departamento que mayor PIB per capita tiene con 29,6 millones de pesos por habitante, seguido por Santander con 27,2 millones y Antioquia con 22,2 millones. En este indicador, nuevamente es Nariño el departamento con el menor PIB per capita con 9,6 millones, superado por Bolivar con 15,9 millones y el departamento de Atlantico con 16,4 millones por habitante.

Si bien el PIB per capita es un indicador que no tiene en cuenta las desigualdades económicas de la población, si es útil para comparar la producción de bienes y servicios entre departamentos.

3.3.1.1 Actividades económicas

En cuanto a sectores productivos, si bien el comercio, las industrias manufactureras y la administración pública son los que más participación tienen dentro del PIB para la mayoría de los departamentos seleccionados, existen diferencias y cada uno de estos posee vocaciones particulares.

En Antioquia el sector económico de mayor influencia es el comercio al por mayor y al por menor con un 16% de participación dentro del PIB departamental, seguido de las industrias manufactureras con el 14% y la administración pública y defensa con un 12%.

Para Atlántico el comercio al por mayor y al por menor se encuentra con el 20%, siendo el departamento con la mayor participación en este sector, seguido de la administración pública y defensa con un 17% y las industrias manufactureras con el 15%.

Bolívar es un departamento donde el sector de administración pública y defensa es el de mayor participación dentro de su PIB con un 19%, seguido del comercio y las industrias manufactureras con un 15% cada uno.

Boyacá tiene como principal actividad económica el comercio con un 17%, seguido de la administración pública con un 15% y por el sector que comprende la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca con un 12%, lo que indica su vocación de producción agropecuaria.

Cundinamarca por su cercanía a la capital de la nación es el departamento con el mayor porcentaje de participación dentro de su PIB del sector de industrias manufactureras con 20%, seguido de la producción agropecuaria y el comercio con un 15% cada una.

El departamento de Meta a su vez es el que mayor explotación de minas y canteras posee con un 42% de participación, seguido de la producción agropecuaria con el 14% y el comercio al por mayor y al por menor con un 12%. Esta explotación y aprovechamiento de recursos naturales hace que el departamento tenga acceso a grandes partidas de recursos por concepto de regalías.

Nariño basa gran parte de su actividad económica en el sector de administración pública con el 29%, siendo el departamento que más depende de este sector, por otro lado el comercio tiene el 19%, seguido de la producción agropecuaria que posee un 16%. Cabe destacar que junto con Meta son los departamentos de la muestra que menores ingresos generan por industrias manufactureras con solo un 2% dentro de su PIB. Lo que implica que solo producen y extraen materias primas, más no las convierten en productos finales.

El caso de Santander sobresale por ser el que mayor participación posee en el sector de impuestos dentro de su PIB con un 16%, seguido de las industrias manufactureras con el 16% y el comercio con el 14%.

Valle del Cauca tiene un comportamiento similar a otros departamentos, en donde el comercio es el sector predominante con el 17% de participación, las industrias con 16% y la administración pública con 14%. Este departamento es el que mayor acción económica posee en el sector de actividades inmobiliarias con un 13%, sin embargo, la construcción tiene tan solo el 3% siendo el departamento con menor participación en este sector.

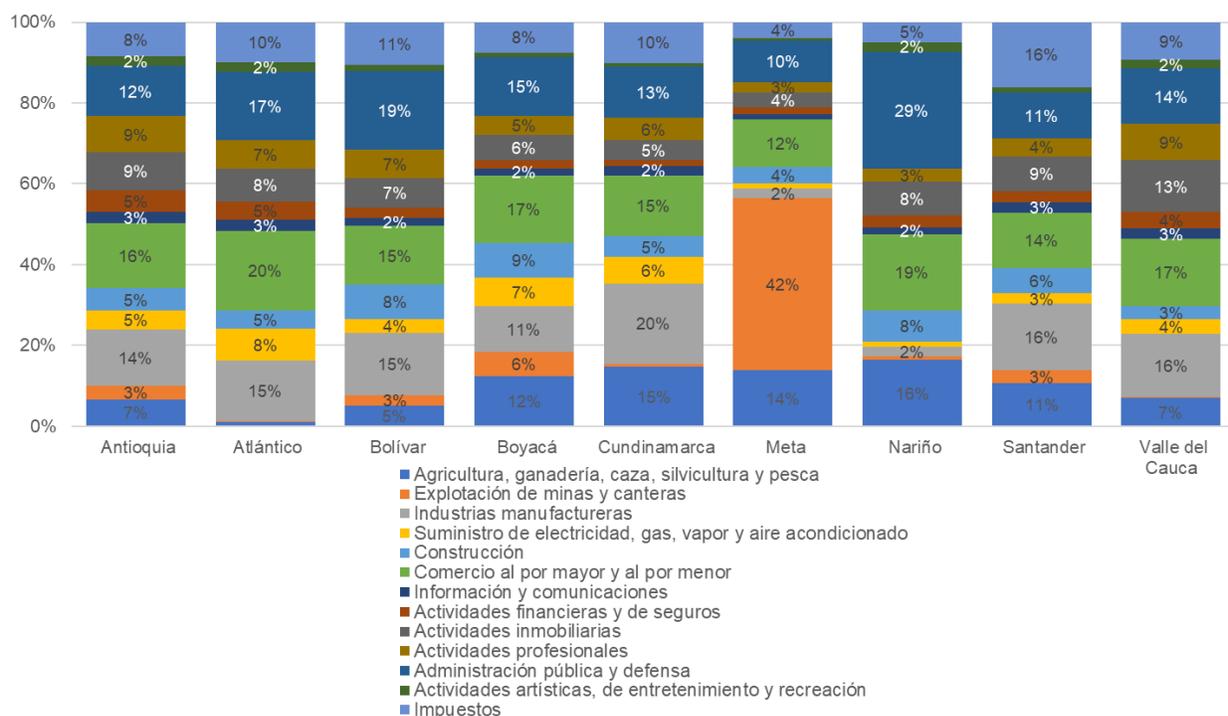


Figura 3-12. PIB por sectores económicos en departamentos seleccionados.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del DANE.

En la Figura 3-12 se evidencia la participación de las diferentes actividades económicas dentro del PIB departamental del año 2020 para los departamentos seleccionados como muestra. Tal como se expuso en la descripción, cada departamento tiene particularidades, sin embargo, los sectores de comercio, administración pública y las industrias manufactureras son las que predominan en la mayoría de los departamentos. En este sentido, el transporte de mercancías y su infraestructura para tal fin es de vital importancia para el desarrollo y crecimiento económico.

3.3.2 Índice Departamental de Competitividad - IDC

Como parte de la identificación y caracterización de los departamentos seleccionados como muestra para el análisis se tomaron datos del documento “Índice Departamental de

Competitividad 2022” publicado por el Consejo Privado de Competitividad y la Universidad del Rosario. Índice que evalúa los 32 departamentos y al distrito capital mediante 13 pilares de forma similar al IGC del Foro Económico Mundial.

En términos generales el mejor departamento es Antioquia con un puntaje de 6,93, solo superado por Bogotá, toda vez que la capital es la mejor calificada en todos los pilares evaluados dentro del IDC. En la siguiente figura se presentan los puntajes por pilares para cada uno de los departamentos seleccionados.

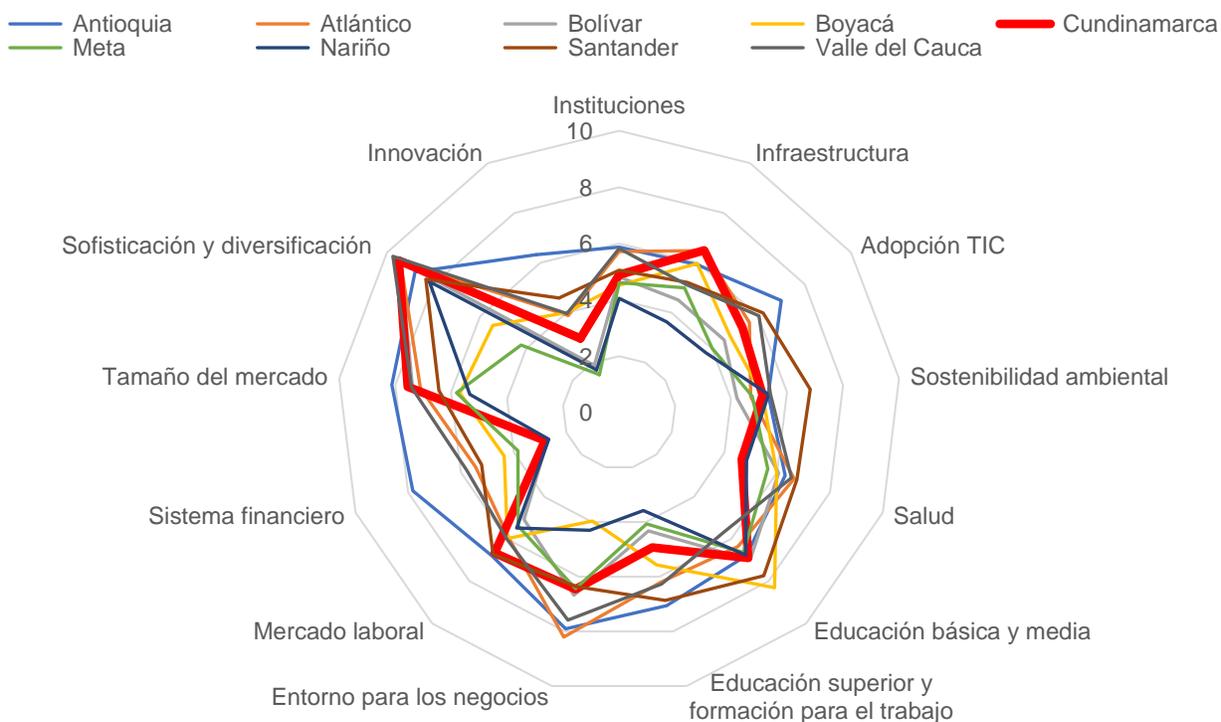


Figura 3-13. Resultados IDC 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Consejo Privado de Competitividad, 2022).

De conformidad con los resultados del IDC se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El departamento de Antioquia es el mejor calificado en la gran mayoría de los 13 pilares, salvo en infraestructura, sostenibilidad ambiental, salud, entorno para los negocios y sofisticación y diversificación, no obstante, recibe altas calificaciones en estos pilares en comparación con otros departamentos.
- Atlántico sobresale en los pilares de infraestructura y entorno para los negocios, así mismo obtiene altas calificaciones en instituciones, infraestructura, salud y sofisticación y diversificación. No obstante presenta rezago en los pilares de sostenibilidad ambiental e innovación.

- Bolívar obtiene sus más altos puntajes en los pilares de sofisticación y diversificación y entorno para los negocios, no obstante, tiene los puntajes más bajos entre los departamentos seleccionados en Sostenibilidad ambiental y mercado laboral.
- Boyacá por su parte tiene la mayor calificación en el pilar de educación básica y media con 8,31 puntos, superando incluso a Bogotá. Sin embargo en el resto de pilares obtiene puntajes medios y en entorno para los negocios recibe la peor calificación entre los departamentos de muestra.
- Cundinamarca igualmente obtiene la mayoría de sus calificaciones medias con respecto a otros departamentos, con las nota más alta en infraestructura y con la más baja en el pilar salud.
- El departamento de Meta obtiene bajas calificaciones en la mayoría de los pilares obteniendo su mejor puntaje en entorno para los negocios con 6,44 puntos que lo ubicaron en el puesto 11 de los 33 departamentos y ciudad capital evaluados. Es el departamento peor evaluado de la muestra en los pilares de innovación y sofisticación y diversificación.
- Nariño es el departamento con las calificaciones más bajas en la mayoría de los pilares del IDC, solo alcanza buenos resultados en el pilar sofisticación y diversificación con 8,18 puntos.
- Santander obtiene la mayoría de sus calificaciones medias con respecto a otros departamentos, sobresaliendo en el pilar salud con un puntaje de 6,74 superado solo por Bogotá en este aspecto. Así mismo, obtiene 6,83 puntos en sostenibilidad ambiental siendo superado nuevamente solo por la capital.
- Valle del Cauca es el mejor departamento en el pilar de sofisticación y diversificación con un puntaje de 9,75. Adicional, para la mayoría de los pilares evaluados tiene calificaciones medias y altas, no obstante, tiene la calificación más baja de la muestra en educación básica y media.

Estos pilares se encuentran compuestos por varios índices y medidas de desempeño que permiten evaluar temas y sectores más específicos. En este sentido el pilar de infraestructura se descompone de la siguiente forma:

Pilar Infraestructura		
INF-1-1. Cobertura de Acueducto INF-1-2. Cobertura efectiva de Gas Natural INF-1-3. Cobertura de la Energía Eléctrica INF-1-4. Costo de la Energía Eléctrica INF-1-5. Cobertura de Alcantarillado	INF-2-1. Red vial primaria por cada 100.000 habitantes INF-2-2. Red vial primaria por área INF-2-3. Porcentaje de vías primarias en buen estado INF-2-4. Red vial a cargo del departamento por cada 100.000 habitantes INF-2-5. Red vial a cargo del departamento por área INF-2-6. Porcentaje de vías a cargo del departamento en buen estado	INF-3-1. Costo de transporte terrestre a mercado interno INF-3-2. Costo de transporte terrestre a aduanas INF-3-3. Pasajeros movilizados vía aérea INF-3-4. Índice de conectividad aérea

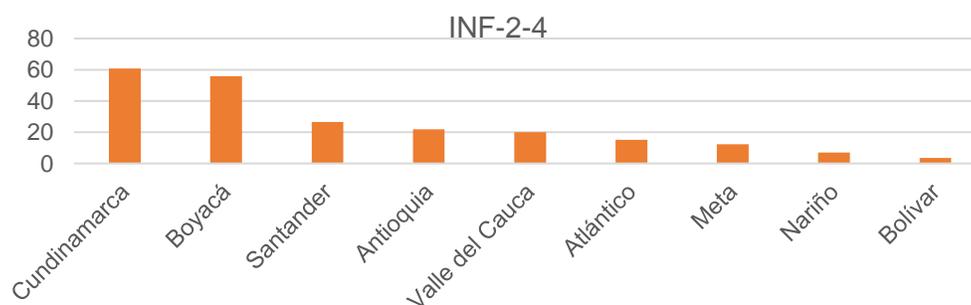
Figura 3-14. Componentes pilar infraestructura IDC 2022.

Fuente: elaboración propia.

De conformidad con la descomposición del pilar infraestructura del IDC, los componentes INF-2-4, INF-2-5 y INF-2-6 se relacionan directamente con el propósito de la investigación al tratarse de la cantidad y calidad de la infraestructura vial a cargo de los departamentos.

Tabla 3-7. Resultados IDC componentes del pilar infraestructura para departamentos seleccionados.

Departamento	INF-2-4	INF-2-5	INF-2-6
Antioquia	21,91	2,34	75,09%
Atlántico	15,12	12,37	79,11%
Bolívar	3,47	0,30	43,00%
Boyacá	55,82	3,01	44,48%
Cundinamarca	60,78	9,06	73,54%
Meta	12,31	0,15	63,64%
Nariño	7,00	0,34	0,00%
Santander	26,47	2,00	60,83%
Valle del Cauca	20,08	4,13	31,36%



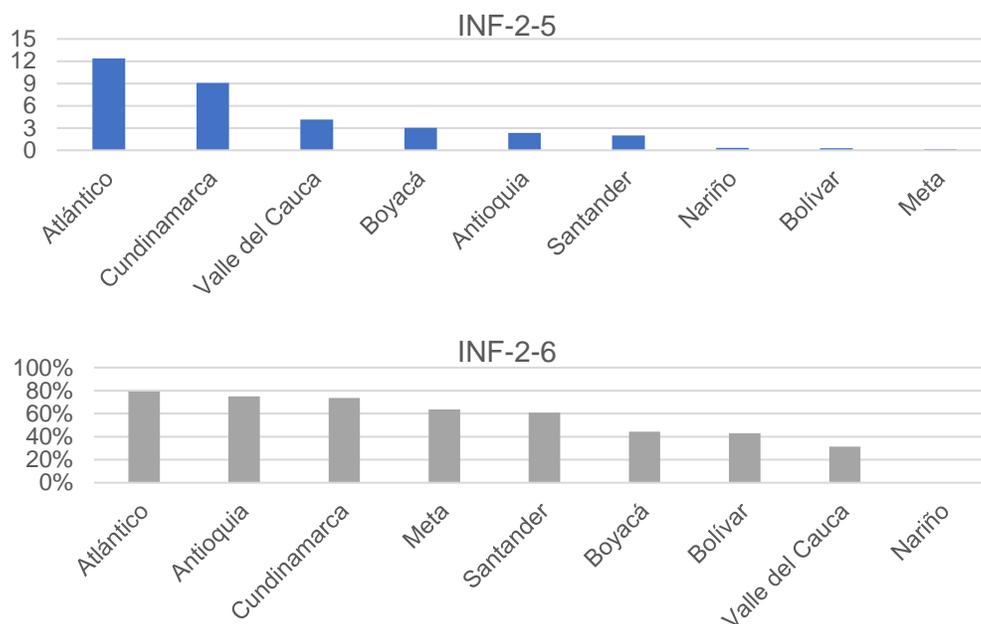


Figura 3-15. Resultados IDC componentes INF-2-4, INF-2-5 y INF-2-6 del pilar infraestructura para departamentos seleccionados.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Consejo Privado de Competitividad, 2022).

Cabe aclarar que las mediciones del IDC se realizaron únicamente para los kilómetros de vías pavimentadas a cargo de los departamentos. En tal virtud, no se tienen en cuenta las vías en afirmado o tierra que en algunos casos pueden ser mas extensas que las pavimentadas.

De los resultados de los tres componentes expuestos, cabe destacar a Cundinamarca por su densidad de red y el estado de la misma frente a otros departamentos analizados. Por otra parte, Nariño es de los departamentos con menor red vial y el peor estado o sin conocimiento de este. No obstante, se considera que estos datos desprecian numerosa parte de la red al limitarse a vías pavimentadas a cargo del departamento ya que estos se encuentran a cargo en mayor medida de las vías secundarias, mientras que la red vial rural o terciaria se encuentra a cargo principalmente de los municipios y esta es la que comunica a los habitantes más alejados de los centros urbanos. En tal virtud, con esta información no es posible determinar el déficit o superávit de infraestructura vial en cada departamento. No obstante, si permite identificar que departamentos cuentan con redes viales más amplias a su cargo y el estado de las mismas.

3.3.3 Ingresos e inversión pública

Si bien se indicó mediante el PIB departamental, los ingresos de cada departamento seleccionado como muestra, este valor es el consolidado de todas las actividades económicas

de los sectores públicos y privados. En tal virtud, es necesario identificar ingresos del sector público específicamente, toda vez que es el encargado de la planeación y gestión de la infraestructura vial. Estos ingresos en el caso de los departamentos se constituyen de los tributarios y no tributarios, transferencias e ingresos de capital. A su vez, los ingresos tributarios se encuentran compuestos por los impuestos al consumo como cerveza, licores y cigarrillos, impuestos de registro y anotación, a los vehículos automotores, estampillas departamentales, sobretasa a la gasolina, entre otros. Otra fuente de ingresos de los departamentos son los recursos del SGR, producto de la explotación de recursos naturales como la minería e hidrocarburos. Estos recursos de regalías son distribuidos a las entidades territoriales por bienios a partir de criterios establecidos por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el DNP.

En la Figura 3-16 se exponen los ingresos totales por departamento frente a la población de estos. Es posible identificar la relación directa entre el nivel de ingresos y el tamaño de su población, salvo los casos de los departamentos de Atlántico y Valle del Cauca, en donde se evidencian ingresos inferiores a su población con respecto a los demás departamentos de la muestra.

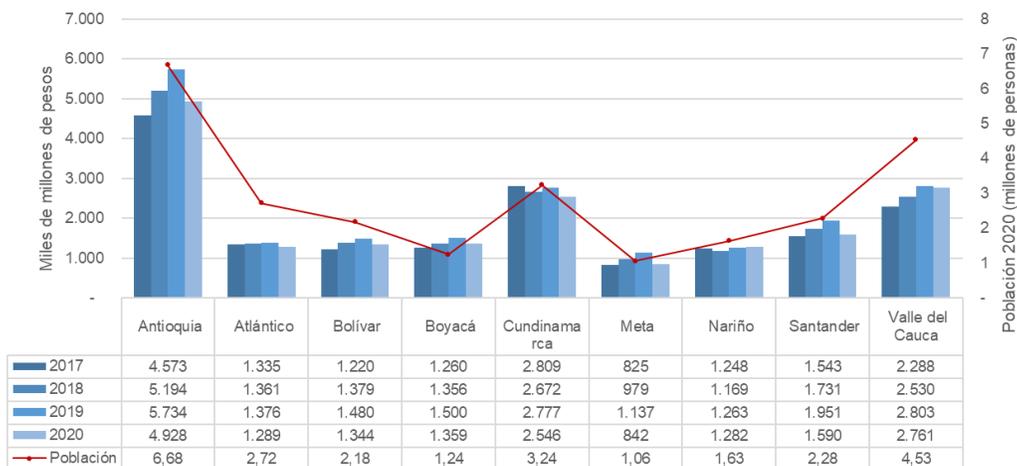


Figura 3-16. Total ingresos diferentes al SGR frente a población por departamento.

Fuente: Elaboración propia a partir de informes "Viabilidad fiscal territorial" por departamento del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Antioquia es el departamento con mayores ingresos dada su mayor población, seguido de lejos por Cundinamarca, cuyos ingresos son también directamente proporcionales con su población. En tercer lugar aparece Valle del Cauca, que tal como se mencionó anteriormente, sus ingresos se encuentran por debajo de su población. En contraste el departamento con menores ingresos es Meta, no obstante, este recibe grandes partidas por parte del SGR dada

su vocación extractora, en donde el 42% de su PIB pertenece a la actividad económica de explotación de minas y canteras, al igual que hidrocarburos como el petróleo.

Dentro de los ingresos tributarios se encuentra la sobretasa a la gasolina, la cual es recaudada con el fin de invertir en la mitigación de las externalidades del transporte, tales como el deterioro de las redes viales. La Figura 3-17 expone los recaudos por este concepto para el período comprendido entre el 2017 al 2020 en cada uno de los departamentos de la muestra.



Figura 3-17. Total ingresos por sobretasa a la gasolina frente a población por departamento.

Fuente: Elaboración propia a partir de informes “Viabilidad fiscal territorial” por departamento del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Para esta sobretasa nuevamente es Antioquia el departamento con mayor recaudo y con una relación directa frente a su población, seguido de Valle del Cauca, el cual recauda por este concepto valores superiores al número de habitantes. En el tercer puesto se posiciona Cundinamarca, seguido por Santander. El departamento con menor ingreso por concepto de sobretasa a la gasolina es Nariño, así mismo, el recaudo es superado en gran medida por su población. Cabe resaltar que en la mayoría de los departamentos el recaudo se encontraba en aumento, no obstante, en el año 2020 se experimenta una caída que puede ser explicada por los impactos de la pandemia del COVID 19, la cual obligo al confinamiento de la población y por ende al no uso de vehículos.

Ahora bien, los ingresos percibidos por los departamentos deben ser distribuidos en gastos de funcionamiento, tales como pagos de nóminas a funcionarios, servicios públicos, pensiones, entre otros, y en gastos de inversión como el mejoramiento y conservación de vías. En este sentido, cobra vital importancia el criterio para seleccionar la muestra de departamentos, toda vez que una mayor categoría demuestra mayores recursos para la inversión. En contraste, entidades territoriales con categorías más bajas tienen recursos para

cubrir gastos de funcionamiento principalmente. En consecuencia, el comportamiento de las inversiones es muy similar al de los ingresos, siendo Antioquia el departamento que mayores gastos de inversión realiza, seguido de Cundinamarca y Valle del Cauca.

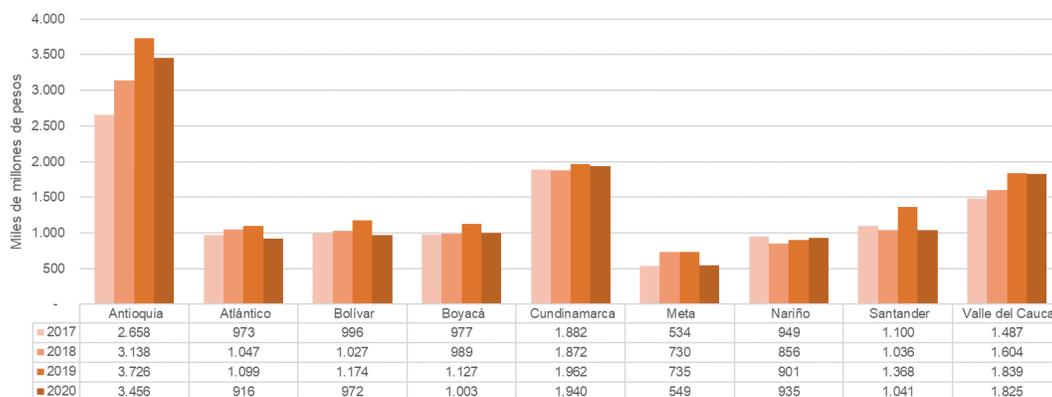


Figura 3-18. Total inversiones diferentes al SGR por departamento.

Fuente: Elaboración propia a partir de informes “Viabilidad fiscal territorial” por departamentos del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

De conformidad con lo anterior, Meta es el departamento que menores gastos de inversión realiza en comparación con los demás territorios.

En cuanto a sectores, se tiene que los departamentos asignan la gran mayoría de sus recursos en educación, entre el 40% y 70% de sus inversiones totales para el cuatrienio 2017 – 2020. Para los demás sectores como salud, agua potable, vivienda, entre otros, cada departamento tiene diferentes asignaciones. Para el sector denominado “vías”, el departamento de Antioquia es el que mayor participación ha determinado, con un 17%, seguido de Cundinamarca con el 14%, Boyacá y Santander, ambos con un 13% de inversión en vías del total por sectores. Bolívar es el departamento que menores asignaciones presupuestales ha realizado para vías con tan solo el 3%, este departamento tiene su mayor gasto en el sector educación con 67%.

Salud es otro de los sectores a los que mayor proporción de los recursos se le asigna con participaciones entre el 9% al 24%, siendo Valle del Cauca el departamento que mayores asignaciones realiza. En contraste vivienda es el sector que menor participación dentro de los recursos tiene, con un máximo del 2% y varios departamentos que no le asignan ningún recurso.

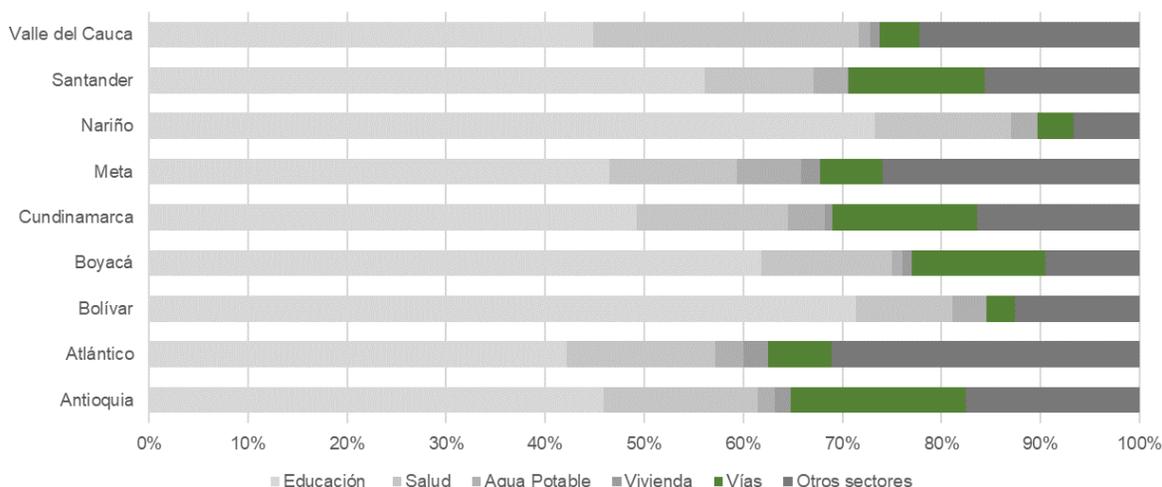


Figura 3-19. Inversiones diferentes al SGR por sectores y departamentos cuatrienio 2017 – 2020.
Fuente: Elaboración propia a partir de informes “Viabilidad fiscal territorial” por departamentos del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

En cuanto a inversiones realizadas con fondos del SGR para el mismo cuatrienio, su comportamiento no depende directamente de la población, tal como se pudo evidenciar en los otros recaudos, toda vez que estos recursos tienen una distribución particular, en función de las regalías producto de explotación de recursos minerales e hidrocarburos.

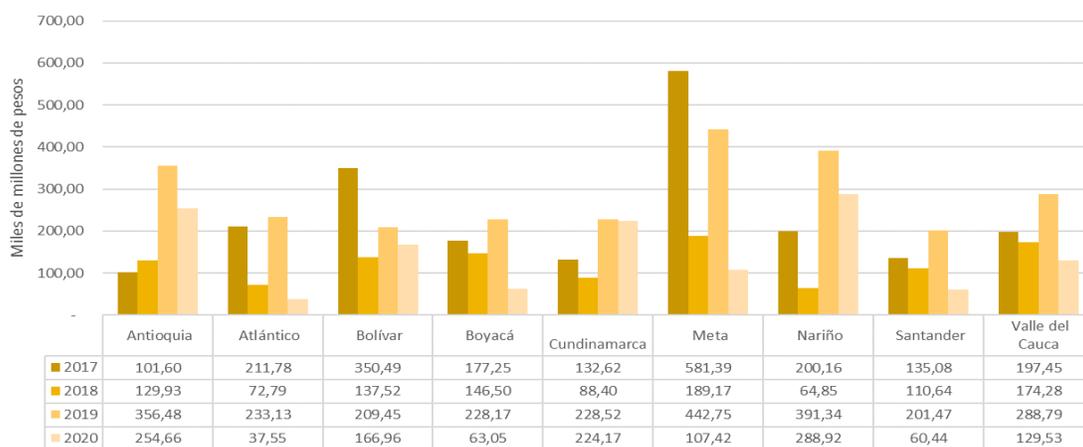


Figura 3-20. Total inversiones del SGR por departamento cuatrienio 2017 – 2020.
Fuente: Elaboración propia a partir de (DNP, 2022)

En promedio para los cuatro años analizados, Meta es el departamento que mayores inversiones con recursos del SGR realizó, así mismo estas apropiaciones no son proporcionales de un año al siguiente, tal como si se evidencia en los recursos provenientes de otros conceptos. En segundo lugar se encuentra Nariño, seguido de Bolívar. Santander es el departamento con menores inversiones del SGR durante el cuatrienio. Los sectores de inversión con recursos del SGR, dependen de cada departamento, no obstante, el sector

educación en varios de los departamentos nuevamente se lleva gran parte de las asignaciones, tal como se evidencia en la Figura 3-21.

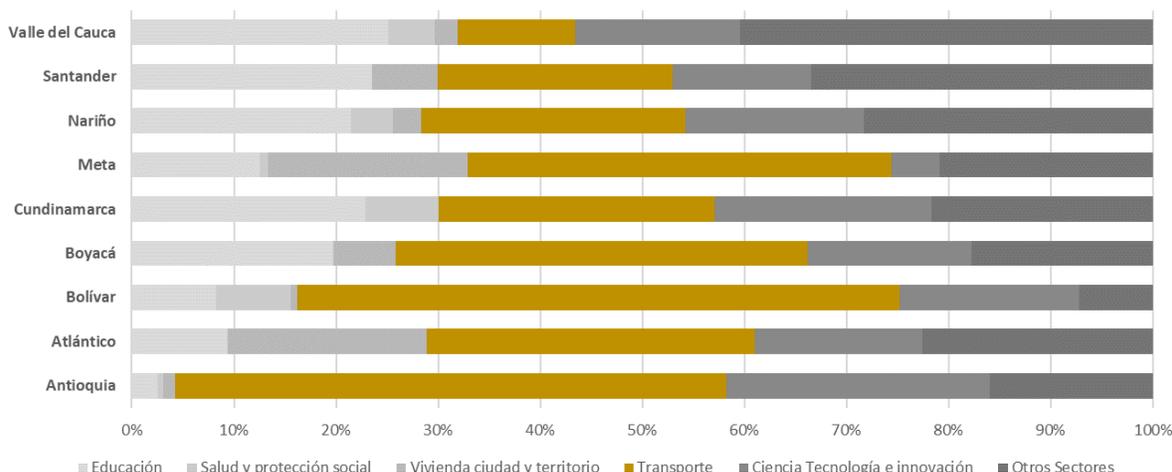


Figura 3-21. Inversiones del SGR por sectores y departamentos cuatrienio 2017 – 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de (DNP, 2022)

De lo anterior se evidencia que el sector transporte tiene una alta participación a comparación de los recursos provenientes de impuestos, recaudos y otros. Con asignaciones del SGR totales para el cuatrienio de hasta el 59%, como es el caso de Bolívar que es el departamento que mayor participación le asignó al sector. Seguido de Antioquia con el 54% y Meta con un 42% de sus inversiones. Los departamentos que menor participación le dieron al sector transporte son Valle del Cauca con el 11% y Santander con el 23%, priorizando otros sectores.

Es de aclarar que en el caso de los recursos del SGR para el sector transporte se incluyen todo tipo de modos e intervenciones, en este sentido no se limita únicamente a infraestructura vial. En todo caso el modo carretero es el que mayores asignaciones ha tenido históricamente.

De las inversiones realizadas para el periodo analizado se concluye que Antioquia es el departamento que mayor participación le da al sector transporte y vías. En menor medida los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Meta asignan importantes recursos a este sector. En contraste, Valle del Cauca es el departamento que menor participación le da al sector, priorizando en mayor medida sus recursos a educación. De igual manera, Santander y Nariño dan al sector transporte menor participación dentro de sus asignaciones priorizando en gran medida la educación. Bolívar y Atlántico dan importante participación al sector únicamente con recursos del SGR.

3.4 Institucionalidad para la gestión de infraestructura vial departamental

Cundinamarca es el departamento que mayor red a cargo cuenta con un total de 6.317 km de vías, seguido por Boyacá y Antioquia, datos coherentes con el número de municipios y tamaño de estos departamentos. En contraste, aunque Meta es el departamento con mayor superficie, es uno de los que menor longitud de vías tiene a su cargo con 1.586 km de vías exclusivamente de segundo orden.

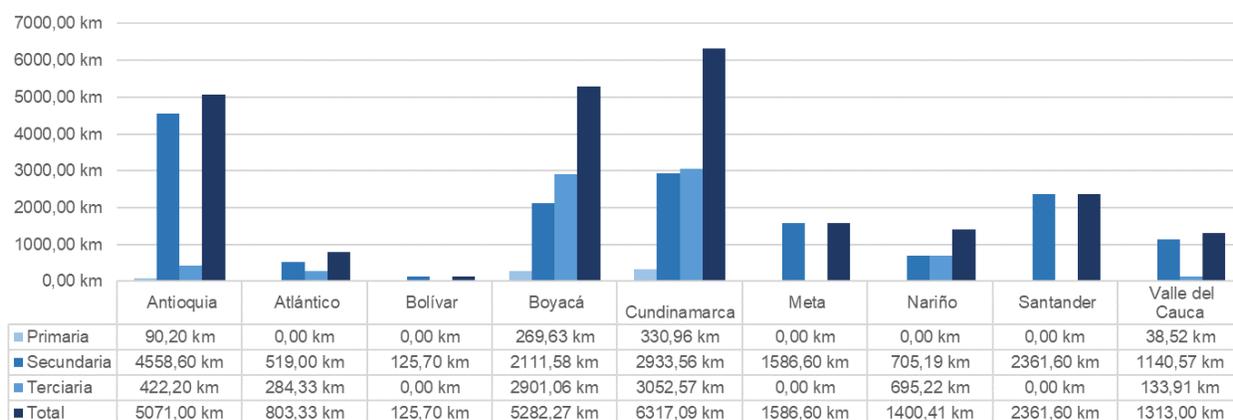


Figura 3-22. Red vial a cargo de los departamentos analizados.

Fuente: Elaboración propia.

Bolívar es el departamento con menor red vial a su cargo con tan solo 125 km de vías secundarias, seguido por Atlántico que posee 803 km y es el departamento con menor superficie. Si bien los departamentos deberían tener a su cargo solo vías secundarias, en la Figura 3-22 es posible evidenciar que la mayoría son responsables también de vías de tercer orden. Inclusive para los casos de Cundinamarca y Boyacá la malla vial a su cargo es mayoritariamente terciaria.

Al año 2022, Bolívar y Santander son los únicos departamentos de la muestra que aún no poseen resolución de categorización vial expedida por el Ministerio de Transporte, en este sentido, la categoría de su red vial puede cambiar y no ser 100% secundaria como se reporta.

Para la planeación, administración y gestión de estas redes viales, los departamentos delegan funciones a las Secretarías de Infraestructura en su gran mayoría, salvo los departamentos de Meta y Cundinamarca quienes cuentan con entidades descentralizadas que poseen personería jurídica y cierta autonomía administrativa y financiera. En el Anexo I se relacionan las entidades, su misión y principales funciones frente a la red vial para cada uno de los departamentos analizados.

Tal como se indicó anteriormente, (Trojanová, 2014) afirma que los administradores de carreteras difieren entre sí, significativamente con el presupuesto disponible, la longitud de las carreteras de las que son responsables, las demandas, y muchas otras cuestiones, pero

su tarea es la misma. Afirmación que se valida con lo expuesto en el Anexo I y la Figura 3-22, en donde si bien las características de los departamentos, su red vial, recursos disponibles, entre otros aspectos de la caracterización difieren entre estos, las funciones o tareas de las entidades viales son muy similares.

En tal virtud, es posible resumir y unificar la misión de estas entidades como: *“Gestionar y ejecutar proyectos de infraestructura de mejoramiento y conservación de la red de carreteras departamental para el desarrollo integral del territorio y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes”*.

En cuanto a las funciones también se identifica uniformidad y similitud entre las diferentes entidades, encontrando las siguientes como las más representativas:

- Planificar recursos para los proyectos viales y asegurar la ejecución del PDD.
- Formular planes, programas y proyectos para el mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial a cargo del departamento y coadyuvar a los municipios.
- Elaborar estudios técnicos necesarios para la construcción, mejoramiento, rehabilitación, pavimentación y mantenimiento de la infraestructura vial.
- Realizar el mantenimiento de la infraestructura vial a cargo del departamento.
- Coordinar y adelantar la atención de emergencias viales.
- Definir los requerimientos técnicos y adelantar procesos de selección para la contratación de proyectos de consultoría, interventoría, obra, entre otros, que se adelanten en la entidad.
- Supervisar, evaluar y controlar el cumplimiento de la normatividad técnica y los compromisos de inversión en los proyectos y contratos a su cargo.

Las Secretarías de Infraestructura de los departamentos de Boyacá, Santander y Valle del Cauca poseen funciones específicas para la actualización y gestión de inventarios viales, así como la recopilación de datos de estado de las vías del departamento. Funciones que no se evidencian en las entidades de los demás departamentos.

Existen diferencias sustanciales en la estructura organizativa de las entidades, con departamentos como Antioquia que tiene la Subsecretaría de Planeación de Infraestructura Física y esta a su vez posee direcciones encargadas de planeación de la infraestructura vial y otra de los temas ambientales y sociales de los proyectos. Por su parte la Subsecretaría Operativa Infraestructura Física cuenta con dos direcciones, una encargada del apoyo, asesoría y gestión del desarrollo de la infraestructura a cargo de los municipios y otra encargada de los activos a cargo del departamento. En contraste, la Secretaría de

Infraestructura y Minas de la gobernación de Nariño, cuenta con la Subsecretaría de Minas, encargada de todos los temas relacionados con proyectos mineros y de infraestructura energética y la Subsecretaría de Infraestructura y Vías tiene a su cargo todo lo relacionado con la planeación, ejecución, control y monitoreo de infraestructura pública de los sectores de vías, saneamiento básico, educación, vivienda, recreación, deporte, salud y cultura.

Los departamentos de Antioquia y Cundinamarca son los únicos en donde existen dependencias que se dedican exclusivamente a temas relacionados con contratos de concesiones y negocios de APP.

En tal sentido, la estructura y organización depende en gran medida de variables como el volumen de proyectos, complejidad y del presupuesto disponible para el funcionamiento de las entidades y el dispuesto para inversión.

3.5 Metas para el sector vial departamental en el periodo 2020 - 2024

Una de las funciones representativas de las entidades es desarrollar sus actividades en busca del cumplimiento de los PDD vigentes durante cada periodo del gobierno departamental. En este sentido, el plan se convierte en el instrumento rector para todos los sectores, sin exceptuar la infraestructura de transporte.

Para el cuatrienio o periodo de gobierno departamental comprendido entre los años 2020 y 2024, se identificaron las metas de resultado y producto trazadas para el sector vial en los PDD de cada uno de los departamentos analizados. En este aspecto, también se logra identificar una similitud entre los departamentos. Donde todos los planes poseen metas asociadas con proyectos de mejoramiento de vías y puentes, al igual que para la conservación de estos activos a través de actividades de mantenimiento y rehabilitación. Así mismo, se encuentran metas en la mayoría de los departamentos a excepción de Antioquia, Bolívar y Santander, para la gestión de la infraestructura de transporte, tales como la realización de inventarios viales, categorizaciones, planes viales, entre otros, tanto para las vías a cargo de los departamentos como para las de competencia de los municipios. Es así, como por ejemplo el departamento del Meta tiene la meta producto “*Realizar el Inventario, Caracterización y Planes Viales en 15 municipios y el Departamento del Meta*”. Apoyando así esta obligación de las alcaldías municipales de cumplir con lo estipulado en la Ley 1228 de 2008 en cuanto a reportar la información de inventarios viales al SINC.

En cuanto a los indicadores o metas de resultado, los PDD de los departamentos analizados, establecen objetivos con métricas en km, porcentajes y aumento en los subpilares de infraestructura vial y vías a cargo del departamento en buen estado del IDC, como es el caso de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca respectivamente.

La magnitud de las metas planteadas en cada PDD también depende notablemente de cada departamento, con metas de mejoramiento de vías desde los 3,5 km del departamento de Meta hasta 395 km de Antioquia. En la Tabla 3-8 se presenta resumen de las metas para mejoramiento y conservación de vías en los departamentos analizados.

Tabla 3-8. Metas de los PDD 2020 - 2024 para departamentos analizados.

	Mejoramiento	Conservación
Antioquia	Red vial Departamental pavimentada - 395 km Red vial a cargo de los municipios intervenida - 595 km	Red vial a cargo del Departamento mantenida - 19.864 km
Atlántico	Vías secundarias mejoradas - 27 km	Vía secundaria con mantenimiento rutinario - 13 vías Vía secundaria con mantenimiento periódico - 10 vías
Bolívar	Vías secundarias intervenidas - 60 km	
Boyacá	Red vial primaria, secundaria y terciaria del departamento, mejorada - 150 km	Red vial secundaria y terciaria del departamento con mantenimiento rutinario y periódico - 5.138 km
Cundinamarca	Vías primarias mejoradas - 350 km Vías secundarias mejoradas - 270 km	Vías secundarias rehabilitadas - 130 km Vías departamentales pavimentadas mantenidas - 1.000 km Vías secundarias y terciarias en afirmado mantenidas - 10.000 km
Meta	Vías terciarias mejoradas - 36 km Vías secundarias mejoradas - 3,5 km	Vías terciarias mantenidas - 500 km
Nariño	Red vial departamental mejorada - 60 km	Red vial departamental mantenida - 1.500 km Red vial departamental rehabilitada - 4 vías
Santander	Vías secundarias del departamento mejoradas - 50 km	Vías secundarias del departamento mantenidas - 1.000 km Vías terciarias mantenidas - 500 km
Valle del Cauca	Vías de competencia departamental mejoradas - 53 km	Vías de competencia departamental rehabilitadas - 75 km Vías de competencia departamental mantenidas - 106 km

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 3-8 es posible concluir que los departamentos con las metas más ambiciosas son aquellos que mayor red vial tienen a su cargo y los que mayores recursos para inversión poseen, como son los casos de Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. La totalidad de las metas por departamento se presentan dentro del Anexo III.

3.6 Diagnóstico de la gestión de infraestructura vial

De conformidad con la metodología planteada y ejecutada, a partir de las respuestas a las encuestas realizadas a los 9 departamentos de la muestra, se realizará un diagnóstico en 5 aspectos transversales para la implementación del enfoque de gestión de activos en la infraestructura vial a cargo de las entidades territoriales. Se aclara que los departamentos de

Antioquia y Santander no dieron respuesta alguna a la solicitud y Meta responde señalando que no posee la información solicitada absteniéndose de contestar el cuestionario. En el Anexo V se presentan las respuestas dadas por estas entidades públicas.

3.6.1 Activos gestionados por las entidades

En la Figura 3-22. Red vial a cargo de los departamentos analizados. Figura 3-22 se expone la longitud de las vías por categoría a cargo de cada uno de los departamentos. De estas redes, las vías se encuentran en gran magnitud en afirmado o tierra, como son los casos de Boyacá y Nariño en donde la red en afirmado es más del 80% del total. Caso similar, Cundinamarca con un 67% de su red sin pavimentar. En cuanto a puentes a cargo de estos departamentos, solo Boyacá y Valle del Cauca tienen conocimiento del número total, con 650 y 256 respectivamente. El resto de los departamentos manifiestan no conocer cuántos de estos activos a su cargo poseen.

Por último, Nariño y Bolívar son los que más antiguos inventarios viales poseen, habiéndolos realizado en 2008 y 2010 respectivamente. Valle del Cauca cuenta con el inventario más actualizado realizado en el año 2019 seguido de Cundinamarca y Boyacá los cuales lo actualizaron en el año 2017.

3.6.2 Conocimiento de la demanda

En este componente se preguntó a los departamentos acerca del conocimiento de la percepción y la expectativa que tienen los usuarios y habitantes con respecto a la infraestructura vial a su cargo.

En cuanto a la percepción, los departamentos manifiestan conocer lo que piensa la comunidad a partir de encuestas de satisfacción a las obras realizadas como es el caso de Boyacá, por medio de canales de comunicación como los PQRSD en Atlántico y Cundinamarca, y por conocimiento público según Bolívar. En donde se identifica que los usuarios y habitantes manifiestan inconformidad por el deterioro de las redes viales. Cundinamarca ha logrado determinar que la mayor problemática la manifiestan los habitantes de los municipios más alejados del centro del departamento.

Las expectativas no son conocidas en la gran mayoría de los departamentos. Cundinamarca manifiesta que no cuenta con herramientas o canales específicos para recopilar esta información, sin embargo, por las quejas y solicitudes de los usuarios puede inferir que la expectativa es contar con una infraestructura en buenas condiciones que garantice la transitabilidad de los habitantes de la región. Bolívar indica que la expectativa es que se logre conectividad, desarrollo socioeconómico y seguridad vial.

Dentro del componente de conocimiento de la demanda se consulto acerca de los objetivos de desempeño más importantes para la entidad y los habitantes por separado, objetivos tales como menores tiempos de viaje, menores costos de mantenimiento de vehículos, accesibilidad y conectividad de la red. Esto con el fin de verificar si ambas partes dan la misma importancia a objetivos como el ahorro de tiempo que da una vía pavimentada frente a la accesibilidad a la red. Bolívar da la misma importancia a todos los objetivos, mientras que Cundinamarca y Nariño tienen a la accesibilidad y la conectividad como los de mayor importancia tanto para la entidad como para los habitantes y usuarios. Menores tiempos de viaje y de costos por mantenimiento a vehículos son los de menor importancia en estos departamentos, sin embargo como se aclaró anteriormente, los departamentos no cuentan con herramientas como encuestas o aplicativos que permitan medir esto.

Cundinamarca manifiesta que dentro de la comunidad no hay conocimiento acerca de la competencia de funciones y en particular sobre las vías en el departamento, así mismo, a partir de la puesta en operación de peajes, las solicitudes van encaminadas a que no se cobre por el servicio que prestan estas vías.

El resto de los departamentos no mencionados indican no tener disponible esta información.

3.6.3 Estado de los activos

En el segundo capítulo se expuso la importancia de contar con información de inventario, del estado y condición de los activos como pavimentos, puentes, alcantarillas, señalización, entre otros, administrados por las entidades. En tal virtud, se consulta a los departamentos acerca del levantamiento y captura de este tipo de información para los activos considerados como más importantes en una red de carreteras, pavimentos y puentes vehiculares.

Únicamente Bolívar indica que realiza mediciones de condición superficial a los pavimentos a nivel de red, mediante levantamientos de fisuras y medición de la rugosidad, el análisis por deflectometría y los conteos de tránsito solo los realiza a nivel de proyecto. Cundinamarca indica que solo realiza estas mediciones de condición de los pavimentos a nivel de proyecto específico. En tal virtud no posee información acerca del estado de toda la red a su cargo.

Para los puentes la situación es la misma que la expuesta en los pavimentos, en donde Bolívar afirma realizar todas las mediciones y evaluaciones de condición de los puentes presentes en su red vial de forma periódica. Así mismo, Cundinamarca manifiesta realizar inspecciones visuales con personal de la entidad y contrata estudios más especializados con

externos. Nariño manifiesta no realizar ningún tipo de inspección o evaluación a sus pavimentos y puentes.

El resto de los departamentos indica no disponer esta información o no contestan las preguntas, lo que hace inferir que no se realizan mediciones periódicas a estos activos.

Dado el alto porcentaje de vías en afirmado en las redes a cargo de los departamentos, se pregunto acerca del tipo de mediciones de condición que se realizan en este tipo de superficie. En tal virtud, se indica que se realizan inspecciones visuales y en el caso de Nariño no se posee ninguna metodología para tal fin.

3.6.4 Toma de decisiones

Los SGAV tienen como uno de sus objetivos, ayudar en la toma de decisiones acerca de la inversión de recursos. Esto es a partir de la priorización de proyectos e intervenciones y optimización. Para lo cual, se indaga a los departamentos analizados sobre sus metodologías o procesos para estos fines, que son necesarios al no contar con recursos ilimitados lo que obliga a tomar decisiones.

En el tema de priorización se quiere conocer acerca de los criterios tenidos en cuenta para realizarla, así mismo, del uso de herramientas de planeación expedidas por el gobierno nacional mencionadas anteriormente, como lo son los PVD y la matriz de priorización para la red terciaria formulada en el Conpes 3857 de 2016.

Atlántico hace uso de la herramienta de priorización enmarcada en el Plan Nacional de Vías para la Integración Regional (PNVIR), el cual usa datos técnicos, sociales, económicos y ambientales. En cuanto al uso de las herramientas, este departamento manifiesta hacer uso de las dos, complementado con la metodología del programa de Colombia Rural del INVIAS.

Bolívar indica que hace las priorizaciones en cumplimiento de su PDD vigente, buscado la articulación vial de las regiones del departamento. Este departamento afirma haber ejecutado el 100% de su PVD con recursos de crédito con FINDETER, para el resto de las inversiones se siguen los planes de gobierno. En cuanto a la matriz del Conpes 3857 no hace referencia si se usa.

Boyacá actualizo su PVD en el año 2017 y este es el que priorizo sus intervenciones en materia vial. Así mismo, indica que se realiza reporte al Ministerio de Transporte de seguimiento a este plan, informando inversiones a la red vial a cargo realizadas semestralmente. En cuanto a la matriz del Conpes 3857 no hace referencia si se usa.

Cundinamarca prioriza sus recursos de conformidad con el PDD vigente, así mismo, recopila solicitudes de la población y autoridades municipales para adelantar inspecciones e

identificar necesidades en los corredores viales y seleccionar los tramos de intervención que genere mayor impacto en la región. En relación con las herramientas, estas no se usan, ya que no hacen parte de los procesos de la entidad y se realizan inversiones acordes con el PDD. Para los proyectos de cofinanciación en la red vial terciaria a cargo de los municipios, son las alcaldías las que seleccionan que vías requieren inversión.

Nariño es otro de los departamentos que ejecuta lo estipulado en la priorización del PVD. Para la matriz del Conpes 3857 no hace referencia si se usa.

Para la optimización de recursos, Cundinamarca no tiene herramienta o metodología para realizarla, Boyacá hace uso de lo estipulado en el PVD y Bolívar afirma realizar una evaluación técnica y presupuestos acordes a la necesidad de inversión, racionalizando recursos con la premisa de cumplimiento de las metas físicas, expectativas generadas y período de vida. El resto de los departamentos manifiesta no tener la información disponible.

El ultimo componente analizado es el uso de sistemas computarizados para la gestión de la red vial a cargo. En donde todos los departamentos coinciden en que no se usa ningún programa o sistema, incluido el HDM-4 muy utilizado en casos internacionales. También se indago acerca de cómo debería ser un sistema para la gestión vial, Bolívar menciona que debe monitorear permanente su sistema vial de carreteras. Por su parte, Cundinamarca estima que debe servir para manejar el reporte de información en tiempo real, contar con datos actualizados en cuanto el estado de pavimentos, tránsito y condiciones del suelo de fundación, para facilitar la toma de decisiones.

3.6.5 Seguimiento al ciclo de vida

La sostenibilidad y el desarrollo del territorio buscado en la mayoría de las misiones de las entidades, solo se pueden cumplir cuidando y conservando los activos a su cargo al menor costo posible de recursos tanto financieros como naturales y humanos. Para esto el seguimiento permanente a las obras ejecutadas y la condición de los activos es de vital importancia.

A la pregunta de asignaciones presupuestales de conservación frente a mejoramiento y construcción, Boyacá indica que entre el año 2020 a lo que va del 2022 el 100% del presupuesto invertido ha sido en proyectos de mejoramiento. Cundinamarca en la vigencia 2020 destinó el 22% para actividades de conservación, en los dos años siguientes, la asignación fue del 91% y 78% para la conservación de su red vial. Nariño para el año 2020 invirtió en conservación un 29,5%, frente al 20,3% y 21,7% del presupuesto en los años 2021 y 2022 respectivamente. El resto de los departamentos indican no tener disponible esta información.

A la pregunta de cómo se prioriza y programan acciones de conservación en las redes viales, los departamentos reiteran la importancia de la información que se recibe desde los usuarios, habitantes y autoridades municipales a través de las solicitudes y quejas presentadas por estos acerca del deterioro de las vías de su territorio. No obstante, no se mencionan metodologías o procesos en donde se haga el debido seguimiento al estado de las vías y su necesidad de intervención.

En cuanto a los tipos de contratos celebrados por las entidades para la conservación de las redes viales tanto pavimentada como en afirmado, todos los departamentos que contestaron el numeral indican que se hacen uso de contratos por precios unitarios, Boyacá hace uso de contratos de administración de maquinaria para ambos tipos de vías y Cundinamarca solo usa este tipo de contratos para la red vial no pavimentada. Dentro de los beneficios encontrados en este tipo de contratos de administración de maquinaria, Cundinamarca expresa mayor economía frente a los de precios unitarios, así mismo Boyacá manifiesta que adelanta estas intervenciones por medio convenios con la empresa de economía mixta ASDETBOY. Nariño realiza convenios solidarios con las Juntas de Acción Comunal (JAC) para que estas adelanten acciones de mantenimiento a las vías lo que genera empleo a estas poblaciones como beneficio adicional.

Para el seguimiento a las actividades de mejoramiento o conservación realizadas y la determinación de nuevas intervenciones, los departamentos manifiestan no contar con metodologías y herramientas para tal fin. No obstante, Boyacá y Cundinamarca a través de los supervisores asignados por proyecto hacen seguimiento a las obras para determinar posibles siniestros por estabilidad y calidad. Atlántico hace uso de las metodologías de inspección planteadas por el INVIAS en sus manuales y guías.

El cálculo del patrimonio vial es una buena forma de conocer las necesidades de inversión para el mantenimiento de las redes de carreteras, sin embargo, únicamente el departamento de Boyacá lo ha realizado estimando el valor por kilómetro de red vial de acuerdo con la categoría, el estado y tipo de superficie. Realizan su actualización de acuerdo con las intervenciones y/o deterioros, teniendo en cuenta la depreciación mensual y acumulada, información que se reporta mensualmente.

4 CASO DE ESTUDIO LOCAL. DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA

El departamento de Cundinamarca se encuentra ubicado en el centro de Colombia, limitando con los departamentos de Boyacá, por el norte, Meta por el suroriente, Huila por el sur y con los departamentos de Tolima y Caldas por el occidente. El Distrito Capital de Bogotá se encuentra incrustado en su centro lo que genera que entre ambos haya una ciudad región en permanente simbiosis de sus habitantes. En tal virtud, lo que suceda con uno afecta al otro de manera positiva o negativa. A 2022 el departamento cuenta con una población de 3.478.323 habitantes, siendo el tercer departamento en mayor población, superado por Antioquia y Valle del Cauca. Cundinamarca tiene un total de 116 municipios dentro de su jurisdicción, los cuales se organizan en 15 provincias, tal como se relaciona en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Municipios por provincia. Cabecera en negrita.

Provincia	No. Municipios	Municipios
Almeidas	7	Chocontá • Machetá • Manta • Sesquilé • Suesca • Tibirita • Villapinzón
Alto Magdalena	8	Agua de Dios • Girardot • Guataquí • Jerusalén • Nariño • Nilo • Ricaurte • Tocaima
Bajo Magdalena	3	Caparrapí • Guaduas • Puerto Salgar
Gualivá	12	Albán • La Peña • La Vega • Nimaima • Nocaima • Quebradanegra • San Francisco • Sasaima • Supatá • Útica • Vergara • Villeta
Guavio	8	Gachalá • Gachetá • Gama • Guasca • Guatavita • Junín • La Calera • Ubalá
Magdalena Centro	7	Beltrán • Bituima • Chaguaní • Guayabal de Síquima • Pulí • San Juan de Rioseco • Vianí
Medina	2	Medina • Paratebueno
Oriente	10	Cáqueza • Chipaque • Choachí • Fómeque • Fosca • Guayabetal • Gutiérrez • Quetame • Ubaque • Une
Rionegro	8	El Peñón • La Palma • Pacho • Paime • San Cayetano • Topaipí • Villagómez • Yacopí
Sabana Centro	11	Cajicá • Chía • Cogua • Cota • Gachancipá • Nemocón • Sopó • Tabio • Tenjo • Tocancipá • Zipaquirá
Sabana Occidente	8	Bojacá • El Rosal • Facatativá • Funza • Madrid • Mosquera • Subachoque • Zipacón
Soacha	2	Sibaté • Soacha
Sumapaz	10	Arbeláez • Cabrera • Fusagasugá • Granada • Pandi • Pasca • San Bernardo • Silvania • Tibacuy • Venecia
Tequendama	10	Anapoima • Anolaima • Apulo • Cachipay • El Colegio • La Mesa • Quipile • San Antonio del Tequendama • Tena • Viotá
Ubaté	10	Cucunubá • Fúquene • Guachetá • Lenguazaque • Carmen de Carupa • Simijaca • Susa • Sutatausa • Tausa • Ubaté

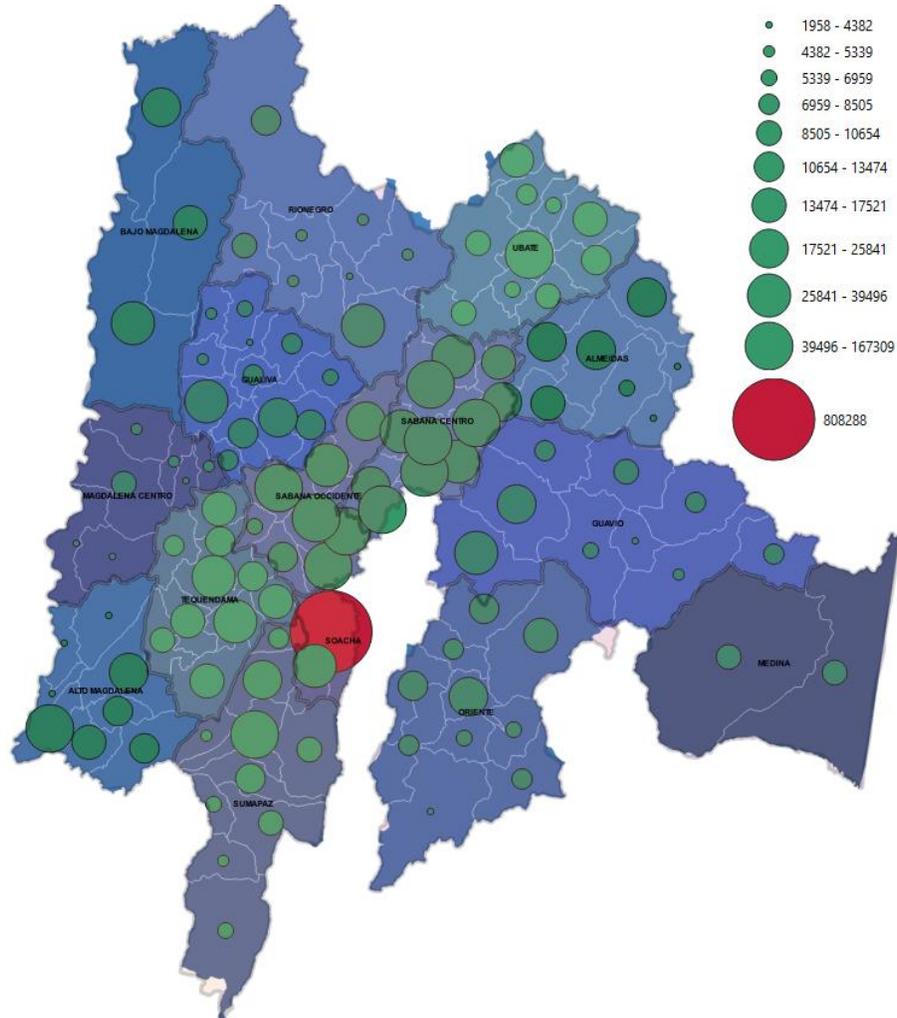
Fuente: Elaboración propia.

Cabe aclarar que las provincias no constituyen formalmente entidades territoriales con una administración pública propia, sin embargo, son utilizadas tanto por habitantes como por la administración departamental al momento de priorizar inversiones y definir políticas, según necesidades particulares. En este sentido, el análisis y caracterización del departamento

seleccionado como caso de estudio local, se realizará a partir de las 15 provincias que lo componen.

4.1 Demografía

En el Mapa 4-1 se expone la población por municipio dentro del departamento y sus respectivas provincias.



Mapa 4-1. Población a 2022 por municipios del departamento de Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE.

La mayor población se encuentra en las provincias y municipios más cercanos al distrito capital, esto por su influencia directa en términos económicos y sociales, así mismo por la solución habitacional que brindan municipios como Funza, Mosquera, Madrid, Soacha, entre otros a parte de la población que labora en Bogotá pero por costos y otros factores deciden vivir fuera de la ciudad. En este sentido la provincia que mayor población tiene es Soacha con un 24% del total del departamento, esto gracias al municipio de Soacha que al año 2022 tiene aproximadamente 800 mil habitantes. Seguido se encuentran las provincias

de Sabana Centro y Sabana Occidente con un 19% y 18% del total del departamento respectivamente. En estas dos provincias se encuentran los municipios de Chía, Zipaquirá, Facatativá y Mosquera cada uno con poblaciones mayores a los 150 mil habitantes.

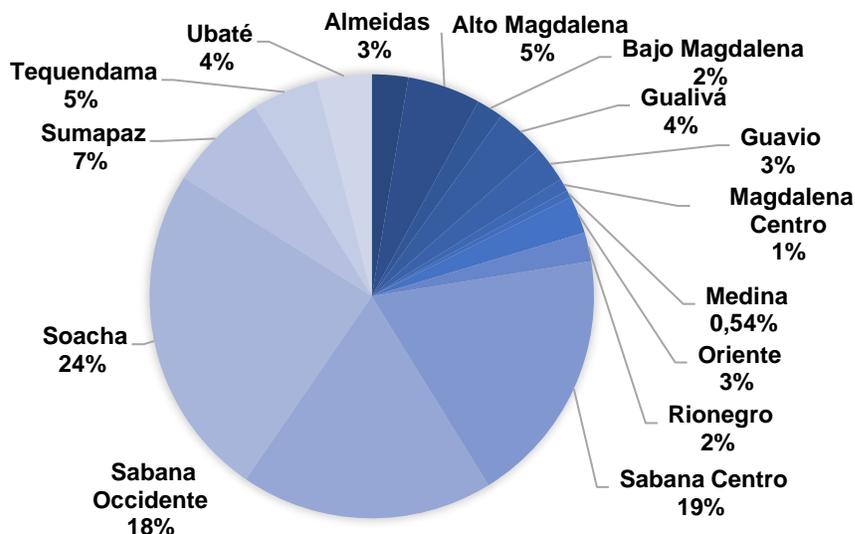


Figura 4-1. Distribución de la población a 2022 por provincias del departamento.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE.

En contraste, Medina es la provincia con el menor número de habitantes, con tan solo un 0,5% del total departamental. Provincia compuesta únicamente por 2 municipios, Medina con 8.806 habitantes y Paratebueno con 9.886. Por su parte Magdalena Centro posee el 1% de la población departamental en 7 municipios que la componen, siendo San Juan de Rioseco con 9.155 habitantes, el municipio de esta provincia con mayor población.

El municipio de Villagómez perteneciente a la provincia de Rionegro, con 1.958 habitantes, es el municipio del departamento con menor población.

Para los municipios más próximos a Bogotá, su población se encuentra concentrada en las cabeceras urbanas, en donde, Soacha tiene el 98% habitando la zona urbana y tan solo el 2% el área rural. Así mismo, las provincias de Sabana Centro, Sabana Occidente, Sumapaz y Alto Magdalena tienen más del 70% de su población en el área urbana, tal como se evidencia en la Figura 4-2.

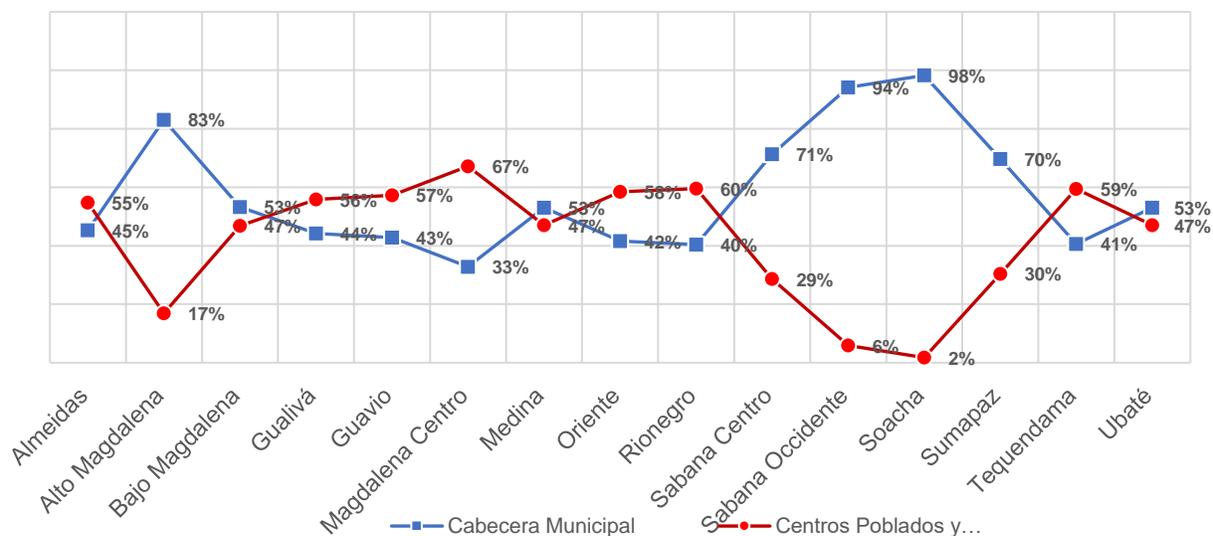


Figura 4-2. Distribución espacial de la población por provincia.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE.

Magdalena Centro es la provincia que mayor proporción de su población habita áreas rurales con el 67%. En este mismo aspecto, las provincias de Almeidas, Gualivá, Guavio, Oriente, Rionegro y Tequendama, poseen mayor población localizada en áreas rurales a la ubicada en zona urbana o cabeceras.

Al igual que los departamentos, los municipios en Colombia también se clasifican en Categorías que van desde la 1 hasta la categoría 6. En la Tabla 4-2, se relacionan las categorías al año 2022 para los municipios del departamento.

Tabla 4-2. Número de municipios de Cundinamarca por categoría al año 2022.

Categoría	No. Municipios
Categoría 1	4
Categoría 2	6
Categoría 3	4
Categoría 4	1
Categoría 5	5
Categoría 6	96

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Contaduría General de la Nación.

De los 116 municipios del departamento, 96 son de sexta categoría y tan solo los municipios de Chía, Funza, Mosquera y Soacha son de primera categoría. Tal como se indicó anteriormente, las categorías dependen del tamaño de la población, los ingresos, gastos de funcionamiento y presupuesto disponible para la inversión de las entidades territoriales. Lo que implica que la gran mayoría de los municipios poseen recursos limitados prácticamente para su funcionamiento.

4.2 Economía y competitividad

Si bien todas las provincias hacen parte del mismo departamento, existen grandes contrastes en la vocación productiva y sectores económicos de cada provincia. En este sentido, la provincia que más aporta al PIB departamental es Sabana Centro con cerca del 30%, seguida de Sabana Occidente con un 20% y Soacha con 12%.

Tal como se evidencio en el capítulo anterior, las principales actividades económicas de Cundinamarca son Industrias manufactureras con 20%, seguido de la producción agropecuaria y el comercio con un 15% cada una. Actividades económicas igualmente apreciables en cada una de las provincias. La Figura 4-3 muestra las actividades y sectores económicos para cada una de las provincias del departamento.

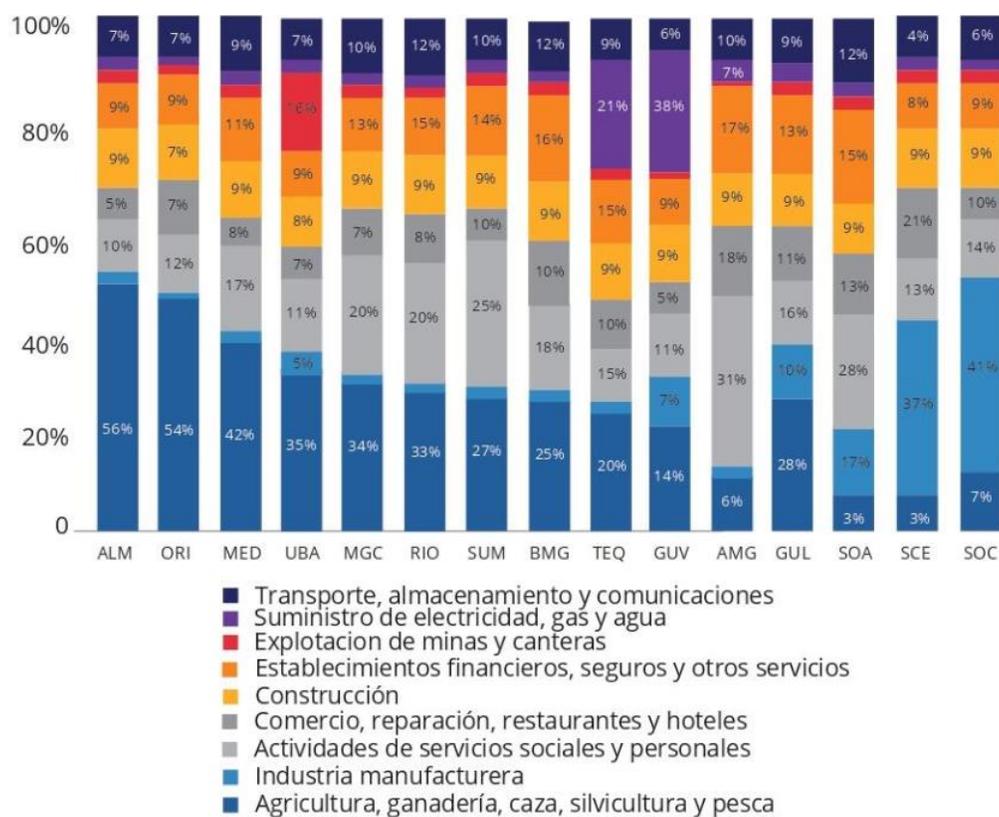


Figura 4-3. Actividades económicas por provincia.

Fuente: (Plan Departamental de Desarrollo, 2020)

Las provincias de Sabana Centro y Sabana Occidente basan gran parte de su economía en el sector Industria manufacturera con un 37% y 41% respectivamente. Esto se da por su cercanía con Bogotá. Para Sabana Centro el segundo sector de mayor participación es el Comercio con 21%, por su parte en Sabana Occidente las Actividades de servicios sociales y personales son el 14% de su economía. Soacha tiene en el sector de Actividades

de servicios sociales y personales su mayor actividad económica con un 28%, seguido del sector Industria manufacturera con un 17%.

Las provincias de Tequendama y Guavio destacan por la actividad de Suministro de electricidad con un 21% y 38% respectivamente de su economía en este sector, esto por las hidroeléctricas que se encuentran en su territorio.

De conformidad con lo anterior, las provincias del departamento exhiben contrastes en su vocación. Sin embargo, es notable como la Agricultura en gran medida es el sustento de muchos de sus habitantes, especialmente en los ubicados en zonas rurales alejadas de las cabeceras, ciudades más importantes y la capital del país. Sector que depende en gran medida del transporte y su infraestructura asociada como las vías rurales, secundarias y nacionales para lograr llevar productos a las zonas urbanas que no los producen. En este sentido, es posible afirmar que el departamento de Cundinamarca con sus municipios es la despensa de la ciudad de Bogotá que al año 2022 cuenta con una población cercana a los 8 millones de habitantes. Así mismo, las industrias manufactureras tienden a salir de la ciudad y posicionarse en diferentes municipios del departamento lo que atraerá mayor población y necesidades en materia de infraestructura vial.

En cuanto a la competitividad, en el año 2018 la Gobernación de Cundinamarca en asociación con la Universidad del Rosario realizaron el Índice de Competitividad de las Provincias de Cundinamarca – ICPC, como un esfuerzo en aras de caracterizar las provincias y encontrar sus fortalezas y debilidades, midiendo así su desempeño en 10 pilares. La Figura 4-4 muestra los resultados generales obtenidos por cada una de las provincias.

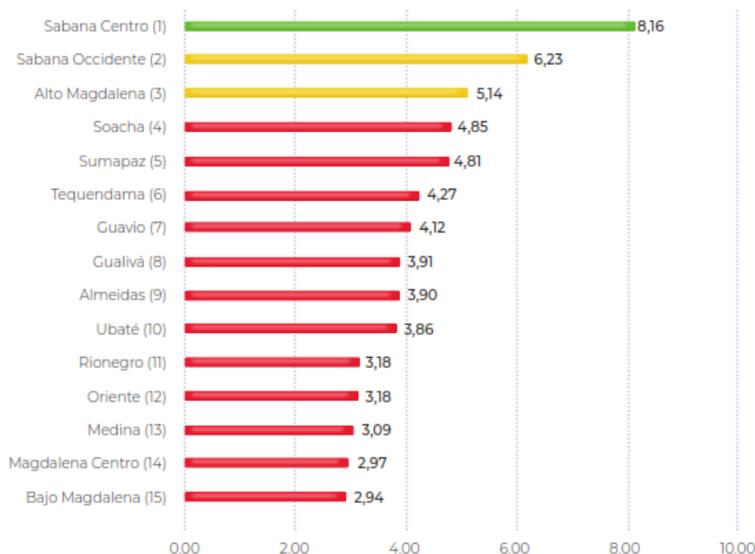


Figura 4-4. Resultados generales ICPC 2018.

Fuente: (Gobernación de Cundinamarca & CEPEC, 2018)

Los resultados del ICPC muestran que la única provincia con un desempeño alto es Sabana Centro. Por su parte Sabana Occidente y Alto Magdalena tienen un desempeño medio. El resto de las 12 provincias se evaluaron con un desempeño bajo. Estos resultados son afines a lo ya expuesto en materia de población y actividades económicas, en donde las provincias más alejadas de Bogotá son las que menor desempeño y especialidad en su producción poseen.

4.3 Infraestructura de transporte

4.3.1 Transporte aéreo

En el departamento se encuentran dos aeródromos y un aeropuerto, los cuales son de uso militar y privado para prácticas con aeronaves tipo avioneta. En tal virtud, el aeropuerto usado para carga y transporte de pasajeros es El Dorado ubicado en la ciudad de Bogotá.

Tabla 4-3. Aeropuertos y aeródromos en Cundinamarca.

AERÓDROMO-AEROPUERTO-PISTA-HELIPUERTO	MUNICIPIO DONDE SE UBICA	ESTADO
AEROPUERTO	Madrid (Cundinamarca)	MILITAR FAC
AERÓDROMO	Chía (Cundinamarca) / Bogotá D.C.	PRIVADO
AERÓDROMO	Puerto Salgar (Cundinamarca)	MILITAR FAC

Fuente: (Gobernación de Cundinamarca, 2017)

Desde el año 2016 el gobierno nacional ha adelantado la estructuración del proyecto denominado El Dorado 2, el cual pretende la construcción de un nuevo aeropuerto entre los municipios de Madrid y Facatativá. No obstante, si bien la ANI ha adelantado los estudios técnicos, esta iniciativa aún no ve la luz para su materialización.

4.3.2 Transporte férreo

El departamento se encuentra conectado mediante la Red Férrea Central, no obstante, al igual que para el resto de la red férrea nacional, en su mayoría se encuentra deshabilitada o con operación intermitente.

Tabla 4-4. Red férrea en Cundinamarca.

NOMBRE DE LA LÍNEA	ÁREAS QUE ARTICULA		LONG. (km)	MUNICIPIO QUE CRUZA	ESTADO
	DESDE	HASTA			
Bogotá D.C. - Facatativá	Bogotá Km 5	Facatativá Km 40	35	Funza - Mosquera - Madrid - Facatativá	Bueno
Facatativá - Puerto Salgar	Facatativá Km 40	Puerto Salgar Km 200	160	Facatativá, Albán, Sasaima, Villeta, Utica, Guaduas, Puerto Salgar	Habilitada en 10%
Facatativá - Girardot	Facatativá Km 40	Girardot Km 172	132	Facatativá, Zipacón, Anapoima, Cachipay, La Mesa, Apulo,	Bueno

NOMBRE DE LA LÍNEA	ÁREAS QUE ARTICULA		LONG. (km)	MUNICIPIO QUE CRUZA	ESTADO
	DESDE	HASTA			
				Anapoima, Tocaima, Girardot	
Bogotá D.C. - Soacha	Bogotá Km 0	Salto del Tequendama (Soacha) Km 32	32	Bogotá, Soacha	Desmantelada
Bogotá D.C. - Zipaquirá	Bogotá Km 5	Zipaquirá Km 53	48	Bogotá, Chía, Cajicá, Zipaquirá	Bueno
Zipaquirá - El Fical	Zipaquirá Km 53	El Fical Km 150	97	Zipaquirá, Nemocón, Lenguazaque, Guachetá, Fúquene, Susa, Simijaca	Desmantelada en un 80%
Bogotá - Belencito	La Caro Km 34	Albarracín Km 121	87	Tocancipá, Gachancipá, Sesquilé, Suesca, Chocontá, Villapinzón	Bueno

Fuente: (Gobernación de Cundinamarca, 2017)

Actualmente el recorrido turístico “Tren de la Sabana” realiza viajes los sábados, domingos y festivos entre la Estación de La Sabana ubicada en el centro de Bogotá hasta el municipio de Zipaquirá. Por otra parte, la red se usa como medio de transporte para los estudiantes de la Universidad Militar Nueva Granada, en donde se inicia el recorrido desde el Centro Comercial Gran Estación (Bogotá), haciendo 4 paradas dentro de la ciudad y dos fuera de esta, hasta llegar al campus de la universidad ubicado en el municipio de Cajicá.

En materia de transporte de carga en el año 2019 el tramo Bogotá - Belencito, movilizó 44.736 toneladas. (Presidencia de la República, 2021)

La recuperación total de este tramo en particular es de especial interés de conformidad con el Plan Maestro Ferroviario y el Plan Maestro de Transporte Intermodal del gobierno nacional, por su potencial en el transporte de materiales como cemento y acero que se producen en gran medida en el departamento de Boyacá para ser transformados en Bogotá y municipios vecinos.

A través de la Empresa Férrea Regional (EFR) se realizará la construcción y operación del RegioTram de Occidente, el cual busca la movilización de cerca de 130.000 pasajeros por día entre el distrito capital y los municipios de la provincia de Sabana de Occidente. Se tratará de un tren de cercanías con un sistema 100% eléctrico y una longitud del corredor principal de 39,6 km de los cuales 24,9 km serán en jurisdicción de los municipios de la provincia y 14,7 km dentro de Bogotá. Su entrada en operación se estima para el año 2026 y será un negocio de concesión de más de 20 años. Dentro de los planes a futuro del departamento se encuentra el RegioTram del Norte, que busca la movilización e integración de la población de Bogotá con la Provincia de Sabana Centro.

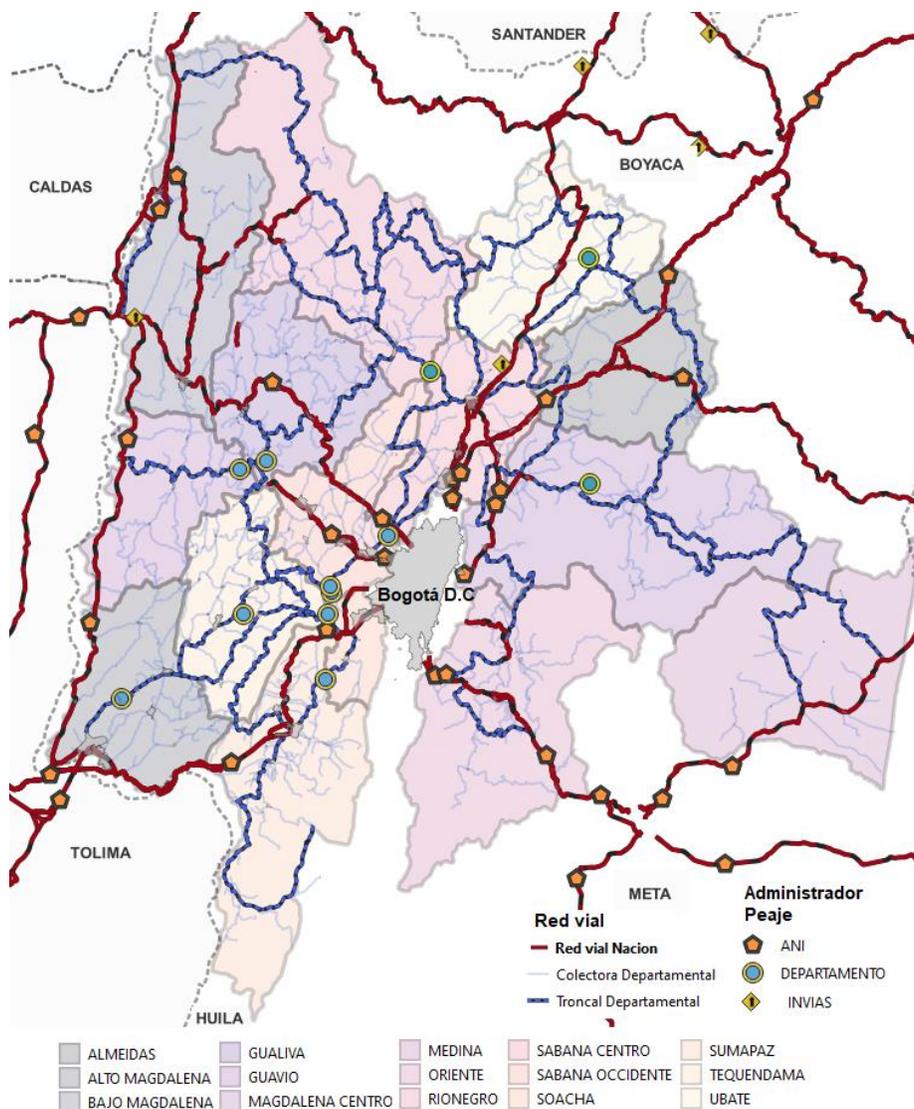


Figura 4-5. Esquema RegioTram de Occidente.

Fuente: (DNP, 2017)

4.3.3 Transporte carretero

El carretero es el modo más utilizado en el departamento al igual que en el resto del país, tanto para carga como para pasajeros. En este sentido, la infraestructura asociada a este es de vital importancia para la competitividad de la región. La red vial del departamento está compuesta por la red a cargo de la nación, a través de la ANI y el INVIAS, con vías de primer orden principalmente, no obstante el INVIAS aún tiene competencia sobre algunas vías terciarias en municipios del departamento. La red vial a cargo del departamento que se encuentra compuesta por vías de las tres categorías y la red vial a cargo de los municipios que se estima toda como terciaria. En el Mapa 4-2 se ilustra la red vial a cargo de la nación y el departamento, no obstante, la información de las vías a cargo del ente territorial es anterior a la respectiva categorización, por lo cual se clasifican como Troncales, siendo vías que unen centros de producción entre sí y con centros de consumo, comunicando las provincias con las cabeceras municipales y a la red nacional. Y Colectoras, que se definen como vías de enlace entre la red nacional y la red troncal departamental, con las diferentes localidades y regiones del departamento. (Decreto 171 Del 26 de Junio de 2003, 2003)



Mapa 4-2. Red vial departamento de Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Secretaría de Tránsito y Movilidad, 2010) e (INVIAS, 2022)

Tal como se puede evidenciar, la red vial a cargo de la nación que atraviesa el departamento confluye en Bogotá a excepción de la Troncal del Magdalena que cruza de sur a norte el departamento por las provincias de Bajo, Medio y Alto Magdalena. Así mismo, la mayoría de las vías en esta red de la nación, cuentan con peajes administrados por la ANI y el INVIAS.

Por su parte la red a cargo del departamento conecta entre sí a las provincias y municipios del departamento y la red nacional, en esta red también se han establecido peajes administrados por la Concesión Devisab, con las casetas Pubenza, San Pedro, Ramal, Mondoñedo y La Tebaiba. La Concesión Panamericana con las casetas Jalisco y Guayabal.

Así mismo, otros peajes administrados directamente por el departamento como lo son Amoladero, San Miguel, Pacho, Nuevo Salto y La balsa.

La información acerca de la red vial a cargo de los municipios no se encuentra disponible, toda vez que no se cuenta con inventarios consolidados de los 116 municipios del departamento.

La red vial a cargo del departamento se encuentra conformada aproximadamente por 6.317 km, 48% de vías terciarias, seguido de un 47% secundarias y 5% de vías de primer orden.

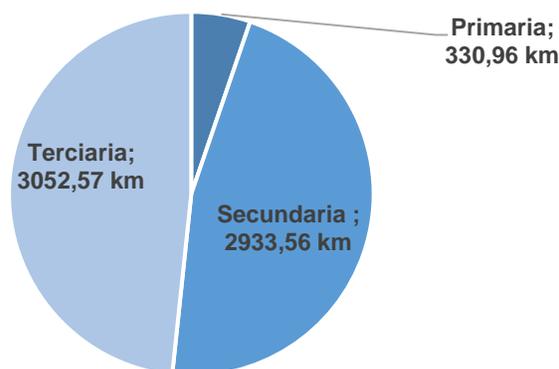


Figura 4-6. Composición red vial a cargo del departamento de Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de la red vial a cargo del departamento, el 68% se encuentra en afirmado o tierra y el otro 32% pavimentada.

En cuanto a inversiones en el sector transporte y en específico infraestructura vial, Cundinamarca al igual que la mayoría de los departamentos analizados anteriormente, ha destinado por vigencia entre el 9% y el 20% del presupuesto dispuesto para inversión en el periodo del año 2017 al 2020.

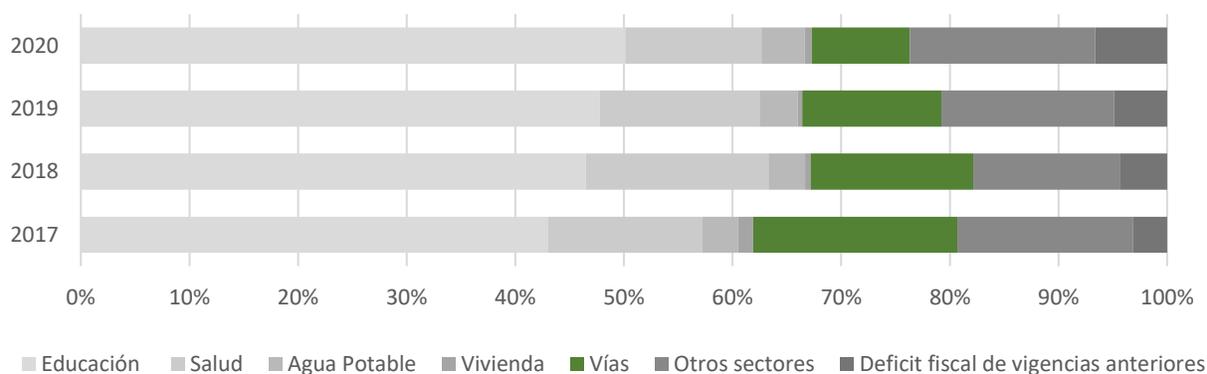


Figura 4-7. Inversiones diferentes al SGR por sectores del 2017 al 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de informes "Viabilidad fiscal territorial" Cundinamarca del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Los datos expuestos en la Figura 4-7 no se limitan únicamente a la inversión sobre la red vial a cargo del departamento. En este sentido, también incluye asignaciones que el departamento realiza sobre las vías competencia de los municipios a través de convenios interadministrativos.

Para el caso de los recursos del SGR, entre los años 2017 y 2021 las asignaciones para el sector transporte no son proporcionales, con una mayor inversión durante el año 2019, tal como se expone en la Figura 4-8.

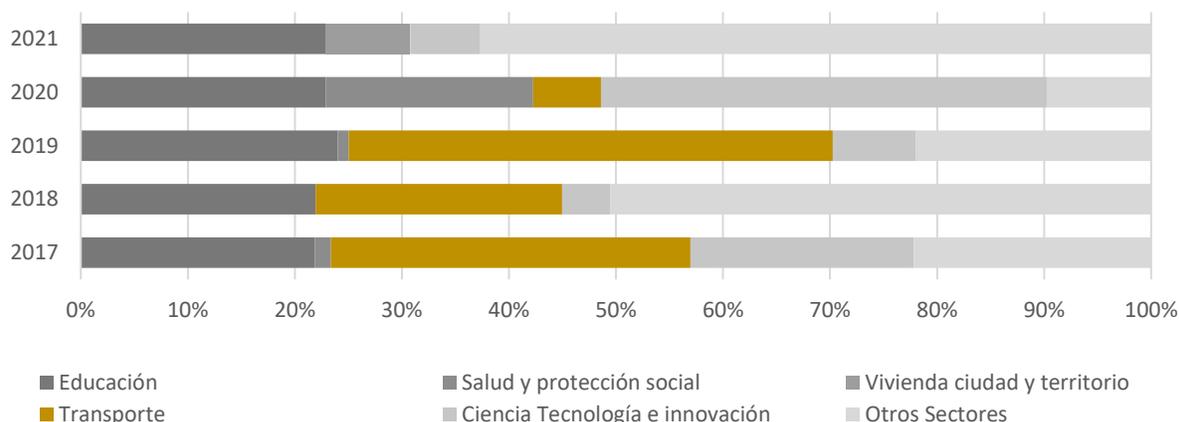


Figura 4-8. Inversiones del SGR por sectores.

Fuente: Elaboración propia a partir de (DNP, 2022)

En contraste en el año 2021 no se destinaron recursos del SGR para la infraestructura de transporte del departamento, priorizando así otros sectores. Esto puede ser causa a la emergencia sanitaria provocada por el COVID 19, que genero el enfoque y priorización de esfuerzos en otros sectores.

Para las vías con peajes administrados directamente por el departamento se tiene una fuente de financiación directa para su atención y mantenimiento por el recaudo de estas.

Tabla 4-5. Peajes administrados directamente por el departamento.

CASETA	VÍA	UBICACIÓN	FECHA DE INICIO
Nuevo Salto	Chusacá – El Colegio – Viotá – El Portillo	K1+000	02 de octubre de 1998
San Miguel	Chusacá – Sibaté – Fusagasugá	K11+000	15 de diciembre de 2011
Pacho	Zipaquirá – Pacho – La Palma	K19+000	10 de febrero de 2021
Amoladero	Guasca – Gacheta – Ubalá – Gachalá	K56+550	15 de febrero de 2021
La Balsa	Ubaté - Lenguazaque – Villapinzón	K4+700	8 de marzo de 2021

Fuente: Elaboración propia.

En estas vías se cuenta con contratos de mantenimiento rutinario para garantizar la movilidad y transitabilidad, servicio de ambulancia y grúa para la atención de emergencias viales a los usuarios que las transitan.

4.4 Administración y gestión de la infraestructura vial a cargo del departamento

Dentro de la administración departamental se encuentran entidades afines con la planeación, gestión, administración, desarrollo y conservación de la infraestructura vial a cargo del departamento, tales como la Secretaría de Planeación, la Secretaría de Transporte y Movilidad y el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU. Siendo esta última, creada mediante el Decreto Ordenanzal 261 de 2008, la encargada de la mayoría de las funciones asociadas con las vías del departamento.

Si bien las funciones de cada una de estas entidades se encuentran enmarcadas en un área específica con el fin de evitar problemas de duplicidad y desidia por falta de claridad en la responsabilidad de una u otra entidad, existen funciones similares en dos entidades que pueden generar algún tipo de traumatismo.

La Secretaría de Planeación Departamental tiene como una de sus funciones el asesorar y coordinar a las distintas entidades departamentales, en la elaboración de los planes sectoriales y demás instrumentos de planificación, acorde con los lineamientos nacionales y el PDD. (Decreto Ordenanzal 437 de 2020, 2020)

Función que se enmarca en un acompañamiento sin generar problemas en la toma de decisiones en las diferentes fases y etapas de los proyectos de infraestructura.

Por su parte, la Secretaría de Transporte y Movilidad, si posee funciones que pueden generar inconsistencias frente a las desarrolladas por el ICCU. Algunas de estas funciones son las siguientes:

2. Participar y orientar las políticas públicas, para la formulación de los planes, programas y proyectos de inversión, con respecto a la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura vial y de transporte del Departamento.

22. Programar y gestionar los planes y proyectos de rehabilitación y mantenimiento de la malla vial.

23. Suministrar la información para mantener actualizado el sistema de gestión de la malla vial del Departamento con toda la información de las acciones a ejecutar.

(Decreto Ordenanzal 437 de 2020, 2020)

Funciones que sin duda son similares a las encargadas al ICCU que es la entidad delegada de programar y ejecutar los planes y proyectos de rehabilitación y mantenimiento de infraestructura vial. En este sentido, si bien el ICCU se encuentra adscrito a la Secretaría de Transporte y Movilidad, las funciones deben ser complementarias o de apoyo entre entidades y en ningún caso se deben traslapar.

El ICCU fue creado como un establecimiento público del sector descentralizado del orden departamental, con personería jurídica, autonomía administrativa y financiera y patrimonio independiente. (Decreto Ordenanza 261 de 2008, 2008)

Esta autonomía administrativa y financiera permite a la entidad contar con mayor agilidad en sus procesos de contratación y control de gastos, sin depender del nivel central tal como ocurre en los departamentos que cuentan con Secretarías de Obras Públicas que dependen financieramente de las acciones adelantadas por las Secretarías de Hacienda departamentales. Sin embargo, la máxima autoridad dentro de la entidad es el Consejo Directivo, conformado por el Gobernador, el secretario de Transporte y Movilidad, el secretario de Hacienda, el secretario de Planeación, y un delegado designado por el Gobernador. Este es el órgano encargado de la dirección, control, políticas y normatividad de la entidad. En tal virtud, la entidad siempre debe estar en línea con las políticas y directrices formuladas por el nivel central y en especial a las decisiones del Gobernador del momento, al igual que sucede en otros departamentos.

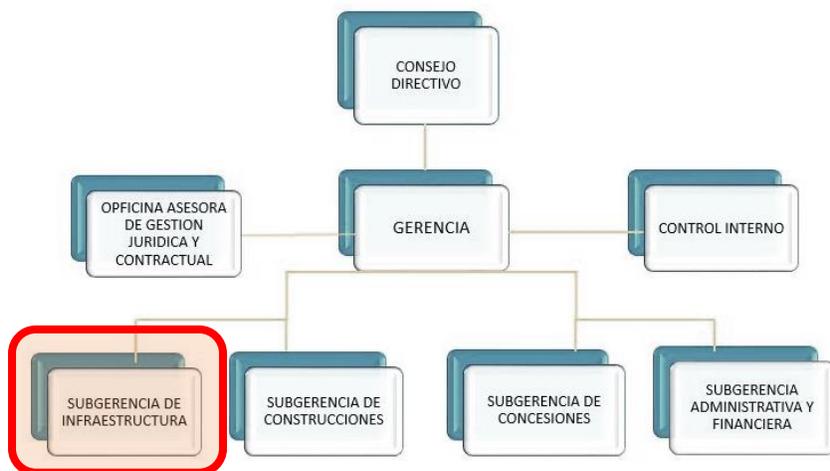


Figura 4-9. Organigrama del ICCU.

Cada una de las subgerencias de la entidad tienen funciones particulares sobre la infraestructura dependiendo de su sector, identificando así a la Subgerencia de Infraestructura como la encargada directa de los temas relacionados con la infraestructura vial a cargo del departamento.

4.4.1 Subgerencia de Infraestructura ICCU

Con el fin de identificar y diagnosticar esta dependencia se realizó la consulta de los diversos decretos, resoluciones y documentos expedidos por esta, el departamento y la asamblea departamental. Así mismo, se realizó una entrevista semiestructurada con el Subgerente de Infraestructura en el mes de junio de 2022, de conformidad con la metodología planteada. La totalidad de la entrevista se presenta en el Anexo IV.

El Subgerente de Infraestructura tiene entre sus funciones el dirigir y coordinar con entidades del Departamento las necesidades para la ejecución de obras de infraestructura vial que las comunidades y el departamento requieran. En virtud de lo anterior, a continuación se realiza el diagnóstico de esta subgerencia encargada de forma directa de la infraestructura vial a cargo del departamento.

4.4.1.1 Funciones y objetivos

Esta subgerencia realiza la estructuración y contratación de los proyectos de inversión para la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial a cargo del departamento, desde la fase de los estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos, hasta la fase de construcción y mantenimiento de las obras materializadas. Así mismo, viabiliza proyectos de inversión para las vías a cargo de los municipios a través de convenios interadministrativos, en donde el departamento cofinancia obras en vías terciarias principalmente, no obstante, la contratación y ejecución de estas le corresponde al municipio beneficiado.

De conformidad con lo conversado con el subgerente, dentro de las prioridades de la entidad en el servicio que presta su infraestructura, se encuentra sobre todo garantizar seguridad y movilidad a los usuarios y habitantes del territorio. Así mismo, se hace gran énfasis en los 5 corredores que poseen peaje administrados directamente. La movilidad se garantiza a través de contratos de atención de emergencias viales, en donde se realizan las actividades necesarias para permitir el flujo por la red vial. Por su parte, la seguridad se gestiona por medio de contratos de mantenimiento periódico y rutinario a vías priorizadas.

4.4.1.2 Procesos

Si bien la entidad posee documentos de reglamentación de algunos de sus procesos, tales como el Manual de Contratación, Manual de Interventoría y Supervisión o el Manual de Atención al Ciudadano, entre otros, no posee un documento que establezca procedimientos para la planeación y metodologías que determinen las vías que se deben intervenir y el tipo de intervención necesaria para estas.

Así mismo, y a pesar de que el ICCU sea una entidad descentralizada, todas sus acciones están ligadas directamente con el PDD del gobierno de turno. En tal virtud, para el cuatrienio 2020 – 2024, en el plan denominado “Cundinamarca ¡Región que progresa!” se fijó el proyecto memorable “Plan 500”, que cuenta con un total de 67 vías como las más prioritarias para su intervención. Sin embargo, las vías que poseen peaje son las de mayor importancia para la administración, toda vez que son las únicas a cargo del departamento por las que los usuarios hacen un pago para su uso y las condiciones de estas se espera que sean buenas en todo momento.

El subgerente explica que la selección de las vías para mantenimientos rutinarios y periódicos obedecen a las necesidades que se van presentando, las solicitudes de parte de la comunidad y las alcaldías municipales, al igual que la disponibilidad de recursos para tal actividad. Estos mantenimientos se dividen en dos grandes grupos, un primer grupo son las vías que se encuentran pavimentadas, en donde las Juntas de Acción Comunal de las zonas de influencia de los corredores departamentales, realizan labores de mantenimiento rutinario, con actividades de limpieza de cunetas, alcantarillas, rocería, remoción de derrumbes, entre otras, que no requieren de estudios o diseños. Un segundo grupo está conformado por las vías en afirmado, para lo cual la entidad cuenta con 16 combos de maquinaria destinados a las 15 provincias del departamento, más un combo para el municipio Yacopí. Combos de maquinaria conformados por una motoniveladora, un vibrocompactador, dos volquetas y una retroexcavadora de llantas que realizan actividades de remoción de derrumbes, conformación de calzada, cuneteo e instalación de material de afirmado.

En virtud de lo anterior, la entidad ejecuta lo determinado en el PDD vigente, el cual es la carta de navegación para el cuatrienio de un periodo de gobierno y se formula a partir de ejercicios de participación en mesas de concertación que se realizan en las provincias escuchando las necesidades más sentidas de la población y las administraciones municipales.

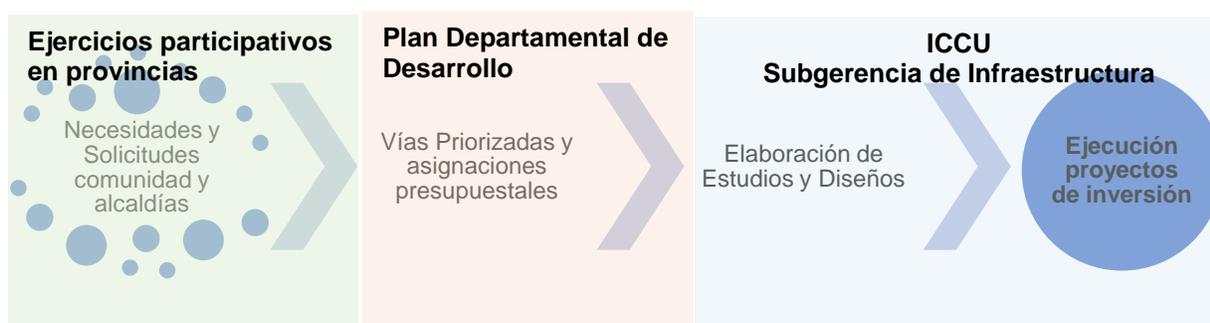


Figura 4-10. Esquema conceptual del proceso de planeación para inversión en vías del departamento.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.3 Personal

Los cargos de la entidad obedecen a una planta global, en donde los funcionarios no se encuentran adscritos a un despacho determinado y pueden ser reubicados en cualquier momento. (Función Pública, n.d.)

No obstante, la Resolución 538 de 2021 establece que la Subgerencia de Infraestructura está conformada por un directivo, el subgerente, 16 profesionales y 2 técnicos operativos, así mismo, a junio de 2022 el subgerente indica que la subgerencia cuenta con aproximadamente 30 profesionales adicionales contratados por prestación de servicios desempeñando diferentes funciones y labores. También que la mayoría de los profesionales, tanto de planta como de contrato, son ingenieros civiles y los que poseen títulos de posgrado son en áreas del sector vial y la geotecnia, algunos en estructuras y gerencia de proyectos.

En cuanto a los roles desempeñados por los profesionales de planta, el manual específico de funciones establece oficios principalmente asociados a la supervisión de contratos de obra pública, interventoría, consultoría y demás celebrados por la entidad y delegados a la subgerencia. Al igual que el estudiar, evaluar y viabilizar técnicamente los proyectos de infraestructura, presentados por municipios para la suscripción de convenios interadministrativos. En este sentido, las funciones están sujetas a contratos, convenios y proyectos específicos, no obstante, el subgerente indica que un grupo de ingenieros tienen asignados determinados municipios, funcionarios que tienen el mayor conocimiento del estado de las vías, atienden los requerimientos de la comunidad y alcaldías de esas jurisdicciones a su cargo. Así mismo, realizan visitas y formulan conceptos técnicos de las situaciones encontradas y las posibles alternativas. Este grupo de ingenieros es apoyado por otro grupo de profesionales especializados que elaboran conceptos de mayor complejidad técnica de conformidad con el área específica.

4.4.1.4 Datos y sistemas de gestión de información

De conformidad con las respuestas a la encuesta y entrevista realizada a la entidad, no se cuenta con sistemas informáticos o programas para almacenar la información de inventario y estado de la red vial departamental, ni con sistemas que permitan la priorización y optimización de los recursos disponibles a partir de información técnica, económica y social como lo hace el software HDM-4 u otros, utilizados en algunos de los casos de estudio internacionales expuestos anteriormente. Durante la entrevista, el subgerente hace alusión a la importancia de contar con la información de calidad del estado de la red y sistemas para administrar y procesar datos en pro de mejorar la toma de decisiones dentro de la administración departamental.

5 LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEPARTAMENTAL.

La recopilación y procesamiento del marco conceptual correspondiente al enfoque de gestión de activos aplicado en infraestructura vial y del estado en la gestión de redes viales a cargo de los departamentos en Colombia, permiten identificar grandes brechas en estas entidades territoriales frente a las mejores prácticas internacionales que se han desarrollado aproximadamente desde la década de 1.980.

5.1 Análisis de la información

El enfoque de gestión de activos es posible de implementar en las entidades territoriales colombianas como los departamentos, dado que no se encuentra en contravía de ninguna normativa vigente y si puede ayudar a cumplir con los deberes constitucionales que le asisten a las gobernaciones en materia de la prestación de servicios públicos como es el transporte, así mismo, son una herramienta al momento de formular los PDD y demostrar transparencia en la administración pública. Los avances en gestión vial en Colombia expuestos en capítulos anteriores dan muestra de que este enfoque es el seleccionado para mejorar la planeación de la infraestructura vial nacional. En tal virtud, se ha analizado el estado actual de las gobernaciones en comparación con los componentes más importantes de un SGAV, haciendo mayor énfasis en el caso de estudio local, Cundinamarca.

En la Tabla 5-1 se exponen las prácticas utilizadas en los SGAV a partir de la bibliografía estudiada y los casos de estudio internacionales, en paralelo los procesos adelantados por los departamentos para la gestión de su infraestructura vial, de conformidad con las encuestas realizadas a los departamentos de la muestra y entrevista del caso Cundinamarca.

Tabla 5-1. Prácticas de los SGAV y departamentos para la gestión de infraestructura vial.

	Buenas prácticas de SGAV	Prácticas departamentos
Estrategia y planeación		
Desempeño de los activos	El SGAV es capaz de informar acerca del desempeño de los activos en términos de eficiencia, eficacia y se garantiza el buen uso de los recursos.	Conocimiento básico acerca del desempeño a través del tipo de superficie de rodadura de las vías. Las intervenciones de conservación no tienen una programación clara y se realizan intervenciones de reconstrucción que no permiten la optimización de recursos.
Servicio entregado	La entidad vial mide la satisfacción de los usuarios de su red vial en términos de calidad, movilidad, seguridad vial y puede informar acerca de la conservación y uso de los recursos de forma transparente.	A partir de canales de comunicación como PQRSD las entidades infieren el nivel de satisfacción de los usuarios y habitantes acerca de la red vial a su cargo en los términos subjetivos de cada individuo.

	Buenas prácticas de SGAV	Prácticas departamentos
Información de activos		
Inventario de activos	Conocimiento detallado de los activos viales más importantes tales como pavimentos y puentes con datos almacenados en bases de datos que permiten la consulta y actualización permanente.	Se tiene para identificar las vías a su cargo y cumplir con regulaciones nacionales en cuanto a categorización y caracterización.
Condición de activos	La agencia vial realiza periódicamente mediciones a la red en conjunto y posee procedimientos y metodologías claras para clasificar el estado de estos a partir de datos. En pavimentos se realizan mediciones cada 3 años o menos.	Únicamente se realiza a nivel de proyectos específicos para la intervención de tramos viales, a través de contratos de consultoría de estudios y diseños. Inspecciones visuales realizadas por personal de la entidad que clasifican el estado de manera subjetiva.
Datos operativos	La agencia cuenta con información de tránsito, siniestros viales, intervenciones realizadas, datos de carga y pasajeros movilizados para cada vía dentro de la red. Información almacenada en sistemas computarizados que permiten su visualización y manejo de manera clara y eficaz.	Únicamente se realiza a nivel de proyectos específicos para la intervención de tramos viales, a través de contratos de consultoría de estudios y diseños.
Toma de decisiones		
Desarrollo	A partir de procesos definidos se priorizan las acciones de construcción y mejoramiento partiendo de datos técnicos, sociales, económicos y ambientales en pro de alcanzar los objetivos de la organización, los niveles de servicio y desempeño preestablecido.	En algunos casos se ejecuta lo priorizado en los PVD y en otros las vías a mejorar se determinan a partir solicitudes de la comunidad y administraciones municipales en la etapa de formulación de los PDD de los gobiernos de turno. Decisiones sujetas a designios de mandatarios.
Conservación y operación	Los sistemas computarizados realizan simulaciones y curvas de deterioro de cada tramo vial, alertando la necesidad de intervención, su complejidad y costos aproximados en los que la agencia debe incurrir.	Las quejas y solicitudes de la comunidad y alcaldías municipales, acerca de la intervención de tramos deteriorados generan visitas de inspección de funcionarios de la entidad para determinar el grado de deterioro y las posibles alternativas. La asignación de recursos depende de mandatarios.
Ciclo de vida		
Predicción	A partir de datos de condición confiables para los activos más importantes y la modelación de su deterioro, la agencia vial conoce la necesidad de intervención a nivel de red antes de que el activo sufra una depreciación que lleve a su reemplazo por falta de mantenimientos.	Los habitantes y autoridades municipales de las regiones ponen en conocimiento de la entidad acerca del deterioro de algunas de las vías. Deterioros generalmente avanzados al impactar en la movilidad y seguridad de los usuarios.

	Buenas prácticas de SGAV	Prácticas departamentos
Inversión	Los sistemas computarizados permiten identificar inversiones a corto, mediano y largo plazo para los activos más importantes y desarrollar una estrategia de conservación adecuada. Esto permite determinar el nivel de inversión requerido o determinar acciones a partir de un presupuesto disponible.	Los recursos se asignan de conformidad con la priorización dada en los PVD y PDD. La identificación de la necesidad de inversión se ve afectada por el criterio subjetivo usado al realizar diagnósticos y estimaciones de las alternativas de intervención.
Organización y personas		
Roles	El SGAV es manejado con personal que tienen funciones específicas frente a la recopilación y manejo de datos, sistemas computarizados, programación de inversión y trabajos, supervisión de contratos, comunicaciones, entre otros.	Los funcionarios principalmente tienen funciones relacionadas con las etapas de la contratación pública, tales como estructuración de procesos de selección, viabilización de proyectos, supervisión de contratos y convenios, liquidación y revisión de calidad a los trabajos ejecutados.
Áreas de conocimiento	La administración del SGAV requiere de profesionales en sistemas y datos, ingeniería civil, analistas, geodestas, economía, ciencias ambientales y sociales, gerencia de proyectos, entre otros.	Profesionales en su gran mayoría de ingeniería civil y arquitectura con posgrados en geotecnia, pavimentos, gerencia, diseño de vías y construcción.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Análisis de brechas de departamentos en la gestión de activos

A partir de la Tabla 5-1 es posible determinar las brechas existentes entre los SGAV implementados con un grado de madurez importante y las prácticas más comunes en los departamentos colombianos para la gestión de su infraestructura vial.

5.1.1.1 Estrategia y planeación

No se tiene un conocimiento real y con fuentes de información verificables del desempeño que se encuentran cumpliendo los activos como puentes y pavimentos sobre la red vial. Así mismo, el uso de recursos no es eficiente al realizar ciclos de deterioro extremo y reconstrucción.

Igualmente no se cuenta con herramientas que permitan conocer la demanda de los usuarios y habitantes, en términos de su percepción y expectativa frente a la red vial a cargo del departamento. Es necesaria una educación hacia la comunidad acerca de las competencias de las entidades o sobre los compromisos y objetivos reales y verificables buscados por parte de las gobernaciones a parte de las metas enmarcadas en los PDD. En este sentido, se debe informar a la comunidad acerca de las mejoras o conservación a nivel de red que impactan en la seguridad vial, movilidad, transitabilidad y otros de interés para los usuarios.

5.1.1.2 Información de activos

Este elemento es quizás el que mayores retos representa para las entidades territoriales con redes de gran tamaño, como es el caso de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Antioquia con más de 5.000 km de vías a su cargo y un número indeterminado de puentes.

Los departamentos realizan inventarios sin una periodicidad específica. En la mayoría de los casos no se conoce el número de puentes ni el tipo de estructura, fecha de construcción, cargas admisibles, entre otros datos esenciales.

Por otro lado hacen falta procedimientos y metodologías claras que permitan definir la clasificación del estado de los activos. Tampoco se cuenta con sistemas computarizados que almacenen y procesen información de inventario y condición.

5.1.1.3 Toma de decisiones

Hace falta una evaluación de proyectos específicos frente a las necesidades a nivel de red que permitan a través de datos determinar la importancia de una vía frente a otra con necesidades similares. Solo en algunos casos se hace uso de herramientas de planeación tales como los PVD y PNVIR.

Tampoco se cuenta con procesos y metodologías definidas que permitan conocer las necesidades de acciones de conservación a nivel de red, ni con los datos necesarios para predecir el deterioro de los activos y programar los recursos necesarios. Todas las decisiones siempre están influenciadas por el mandatario de turno.

Estas limitaciones de las entidades son expuestas por (Schliessler, 1994), quien indica que los organismos viales proponen, pero no disponen y las decisiones finales las toma el gobierno, de igual forma se rinden cuentas del uso de los fondos, pero no explícitamente de la condición de las vías.

5.1.1.4 Ciclo de vida

Los departamentos no cuentan con la información de condición a nivel de red ni con la modelación que permita predecir deterioros en sus activos. Es necesario establecer metodologías y procesos para la asignación de recursos en conservación vial desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental, guardando distancia en lo posible de temas de orden político y mediático.

5.1.1.5 Organización y personas

Se requiere de funcionarios con roles específicos en la recopilación de datos y su procesamiento, ya sea realizado con personal de la entidad o mediante la contratación con empresas externas. Así mismo, contar con equipos de planeación que definan procedimientos

para la toma de decisiones a partir de información y se dé cumplimiento a objetivos de alto nivel en la entidad. Algunas funciones se pueden cubrir mediante capacitaciones a los profesionales, no obstante, para la recopilación, manejo de datos y sistemas computarizados será necesario ampliar las especialidades de los funcionarios con economistas, ingenieros de sistemas, analistas, especialistas en SIG y TI.

5.1.2 Análisis del caso de estudio local, departamento de Cundinamarca

En el capítulo anterior se identificó la estructura organizativa y los procesos llevados a cabo en el ICCU como entidad encargada de la planeación y administración de la infraestructura vial a cargo del departamento de Cundinamarca, haciendo énfasis en su Subgerencia de Infraestructura. En tal virtud, se analizará este caso particular desde los diferentes niveles de la jerarquía de sus procesos desde el enfoque de gestión de activos.



Figura 5-1. Jerarquía de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.1 Estratégico

Funciones asignadas a la gerencia general del instituto para el cumplimiento de su misión de ejecutar proyectos de infraestructura que garanticen la movilidad, calidad de vida y desarrollo sostenible de la población y el departamento. Así mismo, se evidencia que la entidad cuenta con objetivos de calidad encaminados al mejoramiento y cumplimiento de sus procesos y las metas de su competencia en el PDD vigente. Sin embargo, no se cuenta con objetivos específicos frente al sistema vial y el desempeño de los activos a su cargo que sean medibles, alcanzables, realistas y en un tiempo determinado, independientes a lo establecido en los PDD, que como se indicó anteriormente, estas metas se miden en kilómetros de vías o número de puentes intervenidos y no como indicadores. Así mismo, su política de calidad es

una declaración del compromiso con la comunidad de satisfacer sus necesidades y expectativas mediante los proyectos adelantados.

5.1.2.2 Táctico

Funciones en cabeza de la subgerencia de infraestructura, que debe dar cumplimiento a manuales de contratación y al direccionamiento estratégico realizado desde la gerencia del instituto. Se realizan contrataciones para adelantar estudios y diseños, obras de construcción, actividades de conservación, atención de emergencias, entre otras. Así mismo, se realiza la viabilización de proyectos para inversión en vías competencia de municipios a través de convenios interadministrativos. En este sentido, las funciones se encuentran encaminadas a las diferentes fases de la contratación pública.

En este nivel, los planes se realizan y ejecutan de igual forma en cumplimiento del PDD vigente y a las priorizaciones dadas a la entidad. Por tal motivo no se tiene una metodología o proceso documentado para tal fin.

5.1.2.3 Operacional

La ejecución de proyectos de mejoramiento y las actividades de conservación de las vías pavimentadas son realizadas por contratistas externos mediante contratos de precios unitarios y haciendo uso de las especificaciones de construcción del INVIAS. Estos contratistas tienen como obligación la formulación del cronograma de los trabajos y la interventoría hace el seguimiento, control y monitoreo de este, para dar cumplimiento al plazo contractual establecido por la entidad. En este sentido, los programas y procesos constructivos se delegan al contratista de obra quien es el responsable de garantizar que se cumpla con tiempos y la calidad de las obras.

Para la conservación de vías en afirmado se cuenta con contratos de administración y operación de maquinaria de propiedad de la entidad, en donde las actividades si son programadas por la subgerencia y la supervisión delegada. Las vías a intervenir y el tipo de actividades se programan desde la entidad y el contratista tiene la obligación de poner a disposición el personal técnico y operativo, así como la provisión de combustibles y otros consumibles que requieren los equipos. Gastos reembolsados por la entidad al contratista periódicamente.

Para las vías que cuentan con peaje los mantenimientos periódicos y rutinarios son constantes, así mismo se cuenta con servicios de grúa y ambulancia. Para el resto de la red, la determinación y programación de actividades de conservación son en gran medida resultado de las solicitudes de la comunidad y las alcaldías municipales.

5.2 Lineamientos para la evolución de la entidad vial

Los lineamientos se desarrollarán para el caso específico del departamento de Cundinamarca, no obstante, dado que las gobernaciones tienen en esencia las mismas funciones frente a la red vial a su cargo, estos pueden ser adaptados a las características de cada entidad territorial para su uso.

5.2.1 Institucionalidad

Será necesario que a partir de ordenanzas y actos administrativos, se realicen modificaciones a la entidad, incluyendo una función para la administración y actualización de un sistema de información de infraestructura vial departamental. Igualmente se deben modificar las funciones de la Secretaría de Transporte y Movilidad que son iguales a las ICCU, para evitar confusión, doble inversión de recursos, entre otros. Así mismo, la formulación de objetivos estratégicos será centrados en el desempeño del sistema vial, los cuales puedan ser medidos a partir de indicadores técnicos dentro de la entidad y comunicados de forma que los usuarios vean sus necesidades y expectativas satisfechas.

Es imposible desligar a la entidad al PDD vigente, no obstante, es viable que estos planes sean formulados teniendo en cuenta el sistema de información, en donde las acciones de conservación sean programadas de conformidad con las necesidades identificadas por el sistema y para los proyectos de desarrollo vial se apoye en datos, sin dejar de lado los ejercicios participativos adelantados durante la estructuración del plan de gobierno. Esto requiere del compromiso tanto del gobernador en ejercicio como de la asamblea departamental en apoyar la priorización y alternativas planteadas por la entidad y alejar progresivamente estas decisiones de aspectos políticos y mediáticos. Se requiere que la creación del sistema de información sea incluida como una meta en el PDD para garantizar los fondos necesarios.

5.2.2 Gestión estratégica

5.2.2.1 Política en gestión de activos

De conformidad con (AASHTO, 2013) una política en gestión de activos incluye definición de los servicios prestados, distinciones entre niveles de servicio, enfoques para la gestión de activos desde una perspectiva de ciclo de vida completa, estándares para la toma de decisiones, basados en variables económicas, ambientales y sociales, consideración del riesgo y un enfoque para tomar decisiones transparentes basadas en datos. En este sentido, la entidad requerirá de la formulación de una política en gestión de activos en donde se comprometa con los usuarios, habitantes y partes interesadas a usar principios como la

transparencia, enfoque del ciclo de vida, gestión de riesgos, eficiencia en uso de recursos, entre otros, para la planeación, desarrollo y conservación de su infraestructura vial.

5.2.2.2 Indicadores y niveles de servicio

A partir de una política clara y objetivos de desempeño se deben formular indicadores para el seguimiento al cumplimiento de estos, sin limitarse exclusivamente a las metas enmarcadas en los PDD vigentes. Toda vez que se busca avanzar del mero cumplimiento de metas trazadas cada cuatro años, a la formulación y seguimiento de niveles de servicio que la infraestructura brinda a los usuarios durante un ciclo de vida más largo.

5.2.2.3 Contratación

La adopción del enfoque de ciclo de vida evidenciará la necesidad de conservación a gran parte de la red pavimentada, en tal virtud los contratos por precios unitarios pueden ser alternados con contratos por niveles de servicio o desempeño en donde se abarque grandes longitudes a menores costos, esto por la economía de escala. Se pueden realizar por provincia y periodos de al menos 2 años, en donde el contratista se convierte en administrador vial que mantiene los corredores a su cargo en ciertas condiciones mínimas estipuladas por la entidad que evalúa y remunera su gestión.

Para las vías en afirmado, la entidad ha encontrado mayor economía a través de la administración de maquinaria frente a los contratos por precios unitarios, en tal virtud la practica puede fortalecerse con la vinculación de personal que tenga conocimientos pertinentes con el mantenimiento de los equipos.

5.2.2.4 Comunicaciones

Durante la investigación se encontró que la gobernación de Cundinamarca y en específico el ICCU son muy activos en medios de comunicación y redes sociales, publicando constantemente las intervenciones por emergencias, avances de obras, adjudicación de procesos de selección, ejercicios de socialización de proyectos y atención a la comunidad. Así mismo, la página web del ICCU se destaca frente a las demás gobernaciones estudiadas por su interfaz amigable, organización y la gran cantidad de información publicada. De igual forma sus canales de atención son los más efectivos y se cumple con los plazos establecidos para respuestas de fondo a peticionarios. Estos medios pueden ser usados para hacer públicas las políticas, objetivos, indicadores y el cumplimiento de la entidad de los niveles de servicio y las metas del PDD, con el fin de que las partes interesadas tengan la información disponible y la entidad garantice la transparencia en su gestión. Para este fin agencias viales hacen uso de mapas, tableros, graficas, entre otros que facilitan la consulta a personas no expertas.

5.2.3 Estructura organizacional

En la Figura 5-2 se propone una reestructuración de la entidad que ayude a su evolución en implementación del enfoque de gestión de activos para su infraestructura vial a cargo. Esta propuesta parte de la estructura existente y se presentan nuevas dependencias basadas en modelos usados en otras entidades territoriales como el IDU.

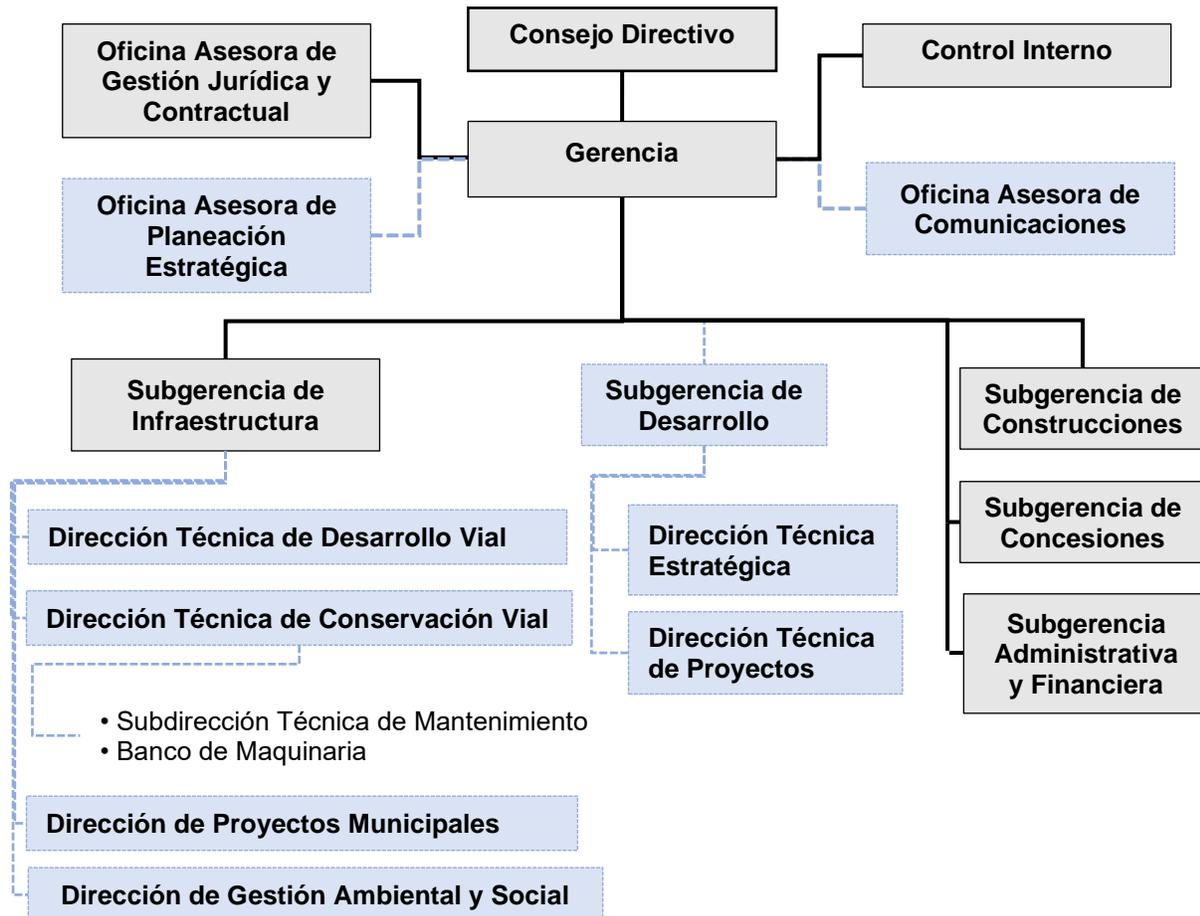


Figura 5-2. Organigrama ICCU propuesto. En gris áreas existentes y nuevas en azul.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.1 Oficina Asesora de Planeación Estratégica

Esta dependencia tendrá funciones de apoyo a la formulación e implementación de políticas, estrategias, objetivos de desempeño, planes y mejora continua en la entidad. Así mismo, el desarrollo de procesos y metodologías documentadas para la toma de decisiones en los diferentes niveles. Será la encargada de definir los proyectos de inversión y la elaboración de presupuestos anuales y plurianuales de conformidad con las necesidades de la red vial y el PDD. Deberá encargarse de la consolidación de la información correspondiente con el cumplimiento de indicadores y metas trazadas.

5.2.3.2 Oficina Asesora de Comunicaciones

Con apoyo de las demás dependencias realizará un plan estratégico de comunicaciones que logre entregar información relevante a la comunidad. Realizará boletines, comunicados detallando logros de la entidad y avances en distintos frentes haciendo uso de las redes sociales, página institucional y otros medios de comunicación.

Esta dependencia debe estar en permanente contacto con el área de comunicaciones del nivel central de la gobernación para evitar que información confusa e incoherente llegue a la comunidad.

5.2.3.3 Subgerencia de Desarrollo

Esta nueva subgerencia se propone para la captura, administración y manejo de la información técnica, social y ambiental de los activos a cargo de la entidad. En este sentido la Dirección Técnica Estratégica será la responsable del sistema de información integral de infraestructura departamental en donde se almacenará, procesará y analizará información de inventario, cartografía, condición, tráfico, entre otra. Por su parte, la Dirección Técnica de Proyectos se propone para que adelante los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad, factibilidad e ingeniería de detalle de los proyectos de inversión priorizados. Así mismo, en coordinación con otras dependencias deberá realizar la programación de los trabajos de conservación de conformidad con los resultados arrojados por el sistema adoptado para tal fin.

Esta subgerencia será la encargada de las etapas de planeación de los proyectos, sin embargo no ejecutará estas obras y planes. Esta área requiere de profesionales en diversas áreas del conocimiento tal como se ha mencionado anteriormente, afines con sistemas computarizados, manejo de datos, SIG, ingeniería civil, economía, entre otras.

5.2.3.4 Subgerencia de Infraestructura

Continuara siendo el área en donde se ejecuten los proyectos de desarrollo (construcción y mejoramiento) y planes de conservación previamente estructurados con otras dependencias. No obstante, se evidencia la necesidad de subdividirla en direcciones con funciones específicas, toda vez que actualmente la subgerencia tiene a su cargo demasiadas tareas que requieren de responsables directos.

La Dirección Técnica de Desarrollo Vial será la encargada de los proyectos de inversión de capital en la infraestructura vial, esto es la construcción y mejoramiento de vías y puentes, a través de la contratación por precios unitarios principalmente con empresas privadas.

Dirección Técnica de Conservación Vial tendrá a su cargo la ejecución de los planes de mantenimiento de la red de carreteras a cargo del departamento y sus activos. Para esto la Subdirección Técnica de Mantenimiento adelantará a través de contratos por precios unitarios, contratos por desempeño o niveles de servicio, administración de maquinaria y atención de emergencias viales, el mantenimiento periódico y rutinario de la malla vial para evitar su deterioro. Por su parte, el Banco de Maquinaria velará por el mantenimiento y buen manejo de los equipos de construcción propiedad de la entidad. Será responsable de todo lo relacionado con pólizas, permisos de movilización, SOAT y almacenamiento de la maquinaria.

La Dirección de Proyectos Municipales estará enfocada a la viabilización de proyectos de inversión formulados por los municipios que buscan ser financiados con recursos de la entidad, en este sentido deberá acompañar todo el ciclo de estos proyectos desde su viabilización hasta liquidación de los convenios interadministrativos suscritos.

En la Dirección de Gestión Ambiental y Social se apoyará a la Dirección Técnica de Proyectos de la Subgerencia de Desarrollo, en temas ambientales, sociales y prediales de los proyectos en su etapa de estructuración, así mismo, durante la etapa de ejecución acompañará a las direcciones técnicas de la Subgerencia de Infraestructura en el monitoreo y cumplimiento de estos componentes, evitando así sanciones y problemas que demoren las obras.

5.3 Lineamientos para la implementación del SGAV

Se darán lineamientos y recomendaciones para tener en cuenta en la implementación de un SGAV a partir de los componentes expuestos en la Figura 5-3. Componentes para implementación del SGAV en infraestructura vial en Cundinamarca. Figura 5-3.



Figura 5-3. Componentes para implementación del SGAV en infraestructura vial en Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.1 Planeación Estratégica

La gestión de activos debe ser transversal a la entidad y la forma en que esta realiza sus funciones desde los niveles más altos. Para esto, la dirección estratégica debe planear la implementación del SGAV a partir de la misión, objetivos y metas de la entidad para así formular políticas en diversos campos como las comunicaciones, contratación, recopilación y uso de datos, entre otros.

Con una consultoría externa experta, se desarrollarán documentos de alto nivel como un Plan de Gestión de Activos Viales, que contemple la política y estrategia que adelantara la entidad en el enfoque adoptado. Este plan debe proponer los procesos y metodologías para establecer niveles de desempeño de los activos y la forma en que estos se medirán, así mismo, procesos para la planeación, programación, ejecución y monitoreo de los trabajos realizados. En la Figura 5-4 se expone un modelo conceptual de esta alineación de las metas y objetivos de alto nivel hasta la ejecución de actividades y su seguimiento.

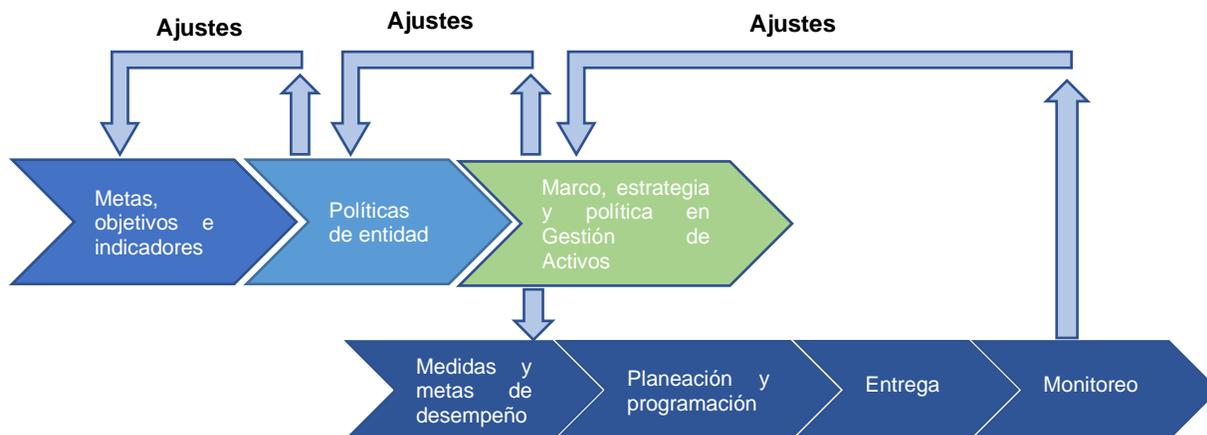


Figura 5-4. Alineación de políticas y planes.

Fuente: traducido al español de (AASHTO, 2013)

Los ajustes a los procedimientos dentro del plan deben ser tenidos en cuenta como algo normal y que deben hacerse de manera periódica. Se realiza partiendo de lecciones aprendidas y la retroalimentación que niveles operativos pueden aportar a los niveles tácticos y estratégicos.

5.3.2 Inventario de activos

El departamento de Cundinamarca ha realizado su último inventario vial en el año 2017 con ocasión de la actualización de su PVD. El cual servirá como base para la estructuración del sistema de información integral de infraestructura departamental propuesto. Los activos a inventariar serán aquellos de mayor relevancia para el sistema vial, tales como las vías y los puentes.

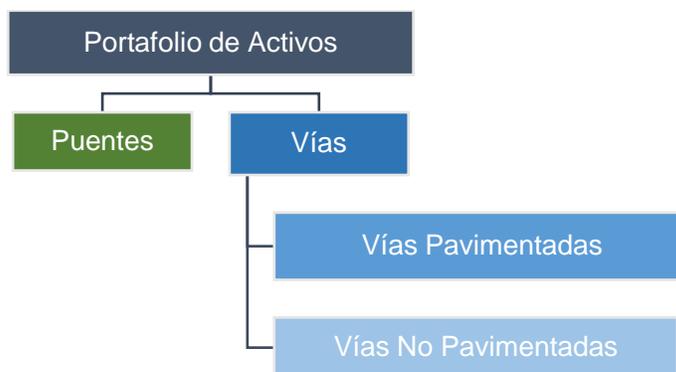


Figura 5-5. Portafolio de activos de infraestructura vial.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de inventario deberán estar georreferenciados y cumplir con lo dispuesto en la Resolución 412 de 2020 del Ministerio de Transporte o aquella que la modifique, con el fin de cumplir con requerimientos a nivel nacional. No obstante, para determinar el estado de pavimentos y puentes será necesario establecer metodologías para esta evaluación a partir

de criterios técnicos y verificables como cálculos de ICP, IRI, entre otros, que eliminen la subjetividad en la clasificación de condición de los activos.

5.3.3 Seguimiento y Monitoreo de Activos

Es indispensable conocer el tráfico de cada arco o vía dentro de la red, en este sentido se pueden realizar consultorías que levanten esta información en campo en primera medida para las vías secundarias y en una segunda fase a la red terciaria, en esta red puede ser valido usar metodologías para la asignación de tráfico a través de información secundaria.

De conformidad con el portafolio de activos de la entidad, también se deben realizar mediciones que permitan conocer su condición. Para esto, se debe contar con los software que gestionaran esta información y establecer formatos y estructura de archivos para que al contratar levantamientos con consultorías externas, la información tenga la homogeneidad y calidad necesaria para ser usada.

Dado el alto costo y logística que esta actividad acarrea, se propone realizarlo por tipo de activo. Para los pavimentos se harán mediciones de auscultación de daños, rugosidad y georradar para medición de espesores. A medida que se tenga mayor madurez, la entidad incluirá mediciones de deflexiones, fricción y ruido. En el caso de vías en afirmado solo bastara con la auscultación y metodologías de evaluación existentes para este tipo de superficie. En puentes, los datos de condición dependerán de la importancia de la vía y sectores que comunique la estructura en cuestión, no obstante, su estudio debe ser progresivo, iniciando con inspecciones visuales, y a partir de estas determinar la necesidad de continuar con estudios más especializados. La periodicidad de estas mediciones puede ser cada tres años, garantizando su ejecución antes del término de cada periodo de gobierno con el fin de que la información pueda ser usada en la formulación del siguiente PDD.

5.3.4 Análisis y Modelación

Se recomienda contratar consultorías para la configuración y parametrización del software HDM-4, usado en Chile y Perú, con el fin de adaptarlo a los indicadores y criterios adoptados por la entidad en su plan de implementación. La compra de estos sistemas y capacitaciones a funcionarios deben hacer parte de los planes de adquisiciones y de capacitación formulados en la planeación estratégica inicial.

Con el fin de construir los modelos de deterioro para pavimentos, se deben seleccionar tramos testigo, en los cuales se hará un seguimiento intensivo que permitan conocer el comportamiento de la estructura frente al clima y el tráfico, así como la efectividad de diferentes actividades de conservación. En tal virtud, se recomienda que estos tramos testigo sean en los corredores que cuentan con peajes a cargo del departamento ya que al ser vías

con una vigilancia celosa de parte de los usuarios, su condición debe ser monitoreada permanentemente y los recursos para su conservación se encuentran garantizados a diferencia de otras vías en la red.

5.3.5 Toma de Decisiones

Al igual que el caso peruano, se recomienda que la implementación del SGAV para el departamento de Cundinamarca se adelante en dos fases. Una primera fase encaminada a la planeación de la conservación de infraestructura vial departamental y en la segunda al desarrollo de la red mediante proyectos de construcción y mejoramiento. Con esto se espera que los resultados de los programas de mantenimiento demuestren la pertinencia del sistema y progresivamente sea aceptado por todos los interesados.

Esto no significa que no se realicen proyectos de mejoramiento y construcción, sino que la toma de decisiones en este ámbito se fortalezca mediante datos e información técnica, ambiental y social sin dejar de lado la participación de los habitantes en la formulación del PDD. Con la confianza adquirida por la mejora en la planeación y programación de la conservación vial, una segunda fase de implementación tendrá mayor apoyo para que se apoyen las decisiones dadas por el sistema.

La toma de decisiones a partir de datos requiere la definición de variables y metodologías para la priorización de los tramos o vías que se intervendrán ya sea para su conservación o mejoramiento. En la Figura 5-6 se exponen los componentes recomendados para este fin.

Territorio	Modelo de Priorización	Variables
<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de recursos por provincia 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Calificación • Indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Estado • Población • Peticiones usuarios y alcaldías

Figura 5-6. Componentes para la priorización de intervenciones.

Como primer componente se encuentra la asignación de recursos por provincia dentro del departamento. El análisis del departamento evidencia que las provincias que se encuentran en la periferia son las que menor competitividad tienen y el estado de las vías es uno de los factores que influye en esto. Razón por la cual la administración deberá definir el nivel de inversión por territorio basándose en el diagnóstico de este.

El modelo de priorización debe ser parametrizado haciendo uso de criterios técnicos, así mismo, se tendrá en cuenta la clasificación de las vías por su importancia frente a la red y el impacto que una intervención tiene sobre los indicadores de desempeño trazados a nivel de red.

Los datos de entrada serán el estado de cada tramo vial, medido mediante prácticas y ensayos técnicos, de igual forma se requiere el conocimiento de las poblaciones que se ven afectadas por el estado de un tramo en particular, más allá del tránsito promedio diario es necesario conocer centros de salud, educativos, agricultura y otros indispensables para zonas rurales principalmente. Por último, se propone incluir dentro de las variables las peticiones de la comunidad y alcaldías municipales tal como se hace actualmente.

Los procesos y metodologías para la toma de decisiones también deben incluirse en el plan de implementación inicial y en la parametrización del software HDM-4, esto requerirá de ajustes de conformidad con las fallas u oportunidades de mejora que se presenten en la retroalimentación y evaluación del sistema.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la descentralización del estado, en Colombia los departamentos y municipios tienen a su cargo 159.844 kilómetros de vías, lo que corresponde al 78% del total de la red nacional que se estima en más de 205 mil kilómetros, cifras estimadas en la actualidad por falta de información de inventarios viales que permitan conocer su extensión real. Así mismo, su estado se considera malo sin los datos pertinentes para llegar a evaluar cada tramo que la componen. Es así como el país se ubica por debajo de la media de la región de América Latina y El Caribe, en el componente “Calidad infraestructura Vial” del Índice Global de Competitividad IGC del año 2019, ubicándose en el puesto 104 de los 144 países analizados.

Las causas de este avanzado deterioro han sido identificadas por el gobierno nacional desde principios de la década de los 2000, determinando una ineficiencia en la gestión de esta infraestructura, dada por el desconocimiento de las vías a cargo, su estado o condición, falta de criterios para la priorización de proyectos de desarrollo o conservación, poca transparencia en la toma de decisiones y contratación pública, entre otros. En este sentido, se han dado políticas públicas para mejorar la planeación de la nación y entes territoriales, con el fin de que se tenga una red vial en buenas condiciones que contribuya con la competitividad del país. Políticas obligatorias tales como la categorización vial e inventarios, y otras menos vinculantes como los planes viales, matrices de priorización y el uso del enfoque de gestión de activos para la administración de la infraestructura de transporte.

En Colombia el sector transporte atrae gran atención de la comunidad y medios de comunicación, que lo hacen atractivo también a nivel político, generando la idea de que la toma de decisiones se enmarca exclusivamente en estas tres variables. En este sentido, el uso de Sistemas de Gestión de Activos Viales (SGAV) puede ayudar a garantizar la transparencia en la administración pública en esta cartera y generar confianza de todas las partes interesadas.

La gestión de activos es usada en varios países para la administración de activos de alto valor como la infraestructura de transporte y su implementación en Colombia se ha dado con importantes avances en entidades como IDU e INVIAS. Esto significa que debe ser el camino a seguir por parte de los departamentos y municipios de la nación. La implementación del enfoque y sistemas de gestión por parte de estas entidades territoriales es viable siempre y cuando se realicen ajustes a sus procesos, normativa, estructura organizacional, entre otras. Transformación que requiere de grandes esfuerzos económicos, técnicos y políticos para su éxito, tal como viene ocurriendo en diferentes países de la región como Chile y Perú.

A partir de la caracterización de los nueve departamentos seleccionados como muestra, fue posible identificar diferencias significativas en aspectos económicos, vocación productiva, recaudos tributarios y no tributarios y asignaciones presupuestales por sector de inversión. No obstante, en materia de planeación de infraestructura vial, se encontró que los departamentos y sus entidades adscritas en esencia tienen la misma misión y realizan funciones similares. El Plan Departamental de Desarrollo del gobierno de turno se vuelve la carta de navegación y se debe dar cumplimiento a metas en el establecidas, así mismo, las priorizaciones son dadas en gran medida por ejercicios participativos realizados durante la estructuración de los planes y por solicitudes o quejas presentadas por parte de la comunidad y las alcaldías municipales de cada territorio acerca del mal estado de una vía específica.

El diagnóstico de la gestión de infraestructura vial departamental demuestra que en su mayoría los departamentos no poseen sistemas de gestión o hacen uso de principios del enfoque de gestión de activos, como los identificados en diferentes guías, manuales y casos de estudio internacionales.

Del análisis de brechas realizado por componente del SGAV se identifica que los datos son el mayor inconveniente para la planeación y gestión de la infraestructura vial a cargo de las gobernaciones, siendo transversales a la mayoría de los demás componentes. Datos de inventario, condición y operación, son los que permiten modelar y predecir deterioros, priorizar y plantear estrategias de conservación mediante criterios técnicos y procesos de toma de decisiones soportados. La información no se tiene a nivel de red y el conocimiento se encuentra en funcionarios antiguos y encargados de ciertas regiones o municipios. En este sentido, se evidencia una falta de cultura por parte de las entidades de entender la infraestructura a nivel de red y no por vía o tramo específico. Esto genera inconformidad en los habitantes al no poder justificarles las asignaciones presupuestales realizadas y el deterioro de partes de la red no visibles hasta el momento donde fallas interfieren con la correcta operación.

Si bien los lineamientos se desarrollaron para el caso específico del departamento de Cundinamarca, estos pueden ser adaptados a las características de cada entidad territorial para su uso. Para los departamentos de Atlántico y Bolívar especialmente, la implementación de un sistema de gestión completo puede llegar a ser muy costoso si se compara con las redes a su cargo, 803 km y 125 km respectivamente, no obstante si es recomendable adoptar principios para la toma de decisiones y el seguimiento al ciclo de vida que permitan mantener los pavimentos y puentes al menor costo posible al evitar deterioros avanzados.

Se considera que la *estrategia por rendimiento mínimo aceptable* es óptima para las entidades territoriales al tener tantas restricciones presupuestales y estar atadas a metas de conservación en los PDD. En tal virtud, se podrán establecer los tramos más urgentes por intervención en cada vigencia y programar las siguientes. Esto con el fin de evitar llegar al extremo de fallas estructurales que conlleven a reconstrucciones totales o priorizar tramos con buen desempeño quitando recursos a otros en peor estado, tal como ocurre en la actualidad.

La implementación del SGAV puede durar varios años, dependiendo del tamaño de la red en cada departamento, los recursos destinados para tal fin, el liderazgo y sobre todo el nivel de compromiso de los tomadores de decisiones de continuar con una labor que seguramente no terminara durante su periodo de gobierno y deben incluir metas en el plan de desarrollo para asegurar los recursos necesarios. El sistema al no ser algo tangible para mostrar, debe exponerse como un medio para alcanzar todas las metas y necesidades solicitadas por la comunidad.

La metodología utilizada se considera como pertinente, al partir de una investigación de la bibliografía del tema con énfasis en prácticas internacionales maduras y la recopilación de información de entidades nacionales para así encontrar las brechas entre estas. Con esto, fue posible llegar a cumplir con el objetivo principal de formular los lineamientos para la implementación del enfoque de gestión de activos en la infraestructura vial departamental, a través de transformaciones organizacionales, adopción de procesos y metodologías, entre otros.

Durante la ejecución de la metodología se tuvo inconvenientes con las encuestas realizadas a gobernaciones ya que algunas tardaron más de cuatro meses para contestar y en ciertos casos no se obtuvo respuesta alguna. En algunos temas las preguntas no fueron contestadas de forma clara y se debió interpretar información para poder compararlas. Se evidencio una renuencia de algunos departamentos en suministrar la información solicitada, toda vez que preguntas del cuestionario abiertas con el fin de conocer la cultura organizacional, no obstante, se recibieron muchas respuestas afirmando que la información no se tenía disponible. En caso de un estudio con temática similar, se recomienda contactar a estas entidades y realizar las preguntas a los funcionarios competentes que conozcan la mayoría de los procesos y así explicar lo que se busca en cada pregunta. Sin embargo, esto resulta complejo por depender de la disposición de los funcionarios y la ubicación geográfica de las gobernaciones.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2013). *Guía de gestión de activos de transporte*. <https://www.tamguide.com/guide/>
- AEC. (2020). *Estudio sobre Necesidades de Inversión en Conservación 2020*. www.aecarretera.com
- Amendola, L., Depool, T., & Camargo, F. T. (2017). Study of the application of asset management in Colombian road infrastructure: design of a management model. *21th International Congress on Project Management and Engineering, July*, 645–657. <http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/360/AT02-021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Austrroads. (2020). *Guía para la administración de activos Descripción general | Austrroads*. <https://austrroads.com.au/publications/asset-management/agam01/guide-to-asset-management-overview>
- Briones, H. (2014). *Institucionalidad para la Gestión del mantenimiento vial: Caso Chileno*. Universidad de Chile.
- Caltrans. (2018). *California Transportation Asset Management Plan Fiscal Years 2017/18-2026/27*.
- Colombia-Rural. (n.d.). recuperado Julio 30, 2022, from <https://colombiarural.invias.gov.co/quees>
- Comunidad de Madrid. (2021, noviembre 23). *Hemos mejorado este año el asfalto de casi 300 km de las carreteras regionales | Comunidad de Madrid*. <https://www.comunidad.madrid/noticias/2021/11/23/hemos-mejorado-este-ano-asfalto-casi-300-km-carreteras-regionales>
- Ley 152 del 15 de julio de 1994, Pub. L. No. 152 (1994).
- Ley 1682 del 22 de noviembre de 2013, Pub. L. No. 1682 (2013).
- Proyecto de Ley 625-2021C (Sobretasa a la Gasolina), (2021).
- Ley 2093 del 29 de junio de 2021, Pub. L. No. 2093 (2021).
- PUBLIC LAW 112–141, Pub. L. No. 112–141 (2012).
- Consejo Privado de Competitividad. (2022). *Índice departamental de competitividad 2022*.
- Dirección de Vialidad. (2021). *Informe Proposiciones de Acciones de Mantenimiento (PAM) y estado de la calzada y bermas para caminos pavimentados de la Red Vial Nacional*.
- DNP. (2004). *Conpes 3272 – Política integral de infraestructura vial*.
- DNP. (2007). *Conpes 3480 – Política para el mejoramiento de la gestión vial departamental a través de la implementación del “Plan Vial Regional.”*
- DNP. (2016). *Conpes 3857 - Lineamientos de Política para la Gestión de la Red Terciaria*.

- DNP. (2017). *CONPES 3902 de 2017 - Regiotram Occidente*.
- DNP. (2022). *SGR » Resultados e Informes*.
<https://www.sgr.gov.co/Vigilancia/ResultadoselInformes.aspx>
- FHWA. (2013). *Asset Management Questions & Answers | Federal Highway Administration*.
<https://www.fhwa.dot.gov/map21/qandas/qaassetmgmt.cfm>
- FHWA. (2019). *Life Cycle Planning-An Overview A White Paper Produced by the Federal Highway Administration Transportation Asset Management Expert Task Group*.
<http://www.ntis.gov>
- Flintsch, G. W. (2019). *Estado de la gestión de activos viales en América Latina y el Caribe*.
<https://doi.org/10.18235/0001785>
- Función Pública. (n.d.). *Glosario*. recuperado octubre 7, 2022, de
<https://www.funcionpublica.gov.co/glosario/-/wiki/Glosario+2/Planta+Global>
- García Bustos, N. (2020). *Plan Departamental de Desarrollo. Cundinamarca ¡Región que Progresa! 2020 -2023*.
- Gobernación de Cundinamarca. (2017). *Plan vial departamental Cundinamarca*.
- Gobernación de Cundinamarca, & CEPEC. (2018). *Índice de competitividad de las provincias de Cundinamarca ICPC - 2018*.
- Decreto 171 del 26 de junio de 2003, (2003).
- Decreto Ordenanzal 261 de 2008, (2008).
- Decreto Ordenanzal 437 de 2020, Pub. L. No. 437 (2020).
- IAM. (2015). *Gestión de activos: una anatomía* (3rd ed.). www.theIAM.org
- INVIAS. (2020). *Informe de Gestión 2020*.
- INVIAS. (2022). *Red Vial Nacional*. https://inviasopendata-invias.opendata.arcgis.com/datasets/84b9561195b043a8b68bd1ca08af1fbf_0/explore?location=5.314536%2C-74.090524%2C6.94
- ISO. (2018). *ISO 31000:2018(es), Gestión del riesgo — Directrices*.
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- Mcperson, K., & Bennett, C. R. (2006). Success Factors for Road Management Systems. *THE WORLD BANK Transport Note No. TRN-29*.
- Ministerio de Transporte. (n.d.). *Plan Vial Regional - PVR*. recuperado julio 29, 2022, de
<https://mintransporte.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=d74d29d0484243bfbbcaf68ade9af521>
- Resolución 411 del 26 de febrero de 2020, Pub. L. No. 411 (2020).
- Resolución 412 del 26 de febrero de 2020, Pub. L. No. 412 (2020). www.mintransporte.gov.co.

- Ministerio de Transporte. (2021). *Transporte en cifras Estadísticas 2020*.
- Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana. (2019). *Catálogo y evolución de la red de carreteras*. <https://www.mitma.gob.es/carreteras/catalogo-y-evolucion-de-la-red-de-carreteras>
- MTC. (2018). *Plan Estratégico Sectorial Multianual 2018-2024 Sector Transportes y Comunicaciones*. www.gob.pe/mtc
- MTC. (2021). *Plan de Implementación del Sistema de Gestión de Activos de la Red Vial Nacional*.
- Pérez, G. (2020). Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial. *FACILITACIÓN, COMERCIO Y LOGÍSTICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE*, 1.
- PIARC. (2017). *ASSET MANAGEMENT MANUAL A GUIDE FOR PRACTITIONERS!* <https://road-asset.piarc.org/en/management-asset-management-implementation/introduction>
- Piazza, G., Varela, H., & Caso Flórez, M. (2021). *Provisión de infraestructura vial: 1. Planificación*. Provisión de Infraestructura Vial: 1. Planificación. <https://miriadax.net/web/provision-de-infraestructura-vial-1-planificacion>
- Presidencia de la República. (2021). *Plan Maestro Ferroviario Colombia*.
- Priyatningsih, K., & Sutrisno, M. (2020). Road infrastructure asset management strategy and its impact on the environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/2/022030>
- Rodrigue, J. P. (2020). *The Geography of Transport Systems, Fifth Edition*. Hofstra University, Department of Global Studies & Geography. <https://transportgeography.org>
- Schliessler, A. (1994). *CAMINOS, un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales*. CEPAL.
- Schwab, K. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. www.weforum.org
- Secretaría de Tránsito y Movilidad. (2010). *Mapa Vial de Cundinamarca*. <https://sites.google.com/site/mapavialdecundinamarcaanexos1/>
- Shah, R., McMann, O., & Borthwick, F. (2017). Challenges and prospects of applying asset management principles to highway maintenance: A case study of the UK. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 97, 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.01.011>
- Shimeno, S., Ueda, I., & Tanino, T. (2019). Desarrollo de sistemas de gestión de activos avanzados para las autovías japonesas. *Routes/Roads 2019*, 381, 45–49. www.piarc.org

- Subdirección de Desarrollo. (2020). *Red Vial Nacional - Dimensionamiento y Características 2020*.
<https://vialidad.mop.gob.cl/areasdevialidad/gestionvial/Documents/RedVialNacionalDimensionamientoyCaracteristicas2020.pdf>
- The White House. (2022). *A Guidebook to the Bipartisan Infrastructure Law for State, Local, Tribal, and Territorial Governments, and other partners*.
- Trojanová, M. (2014). Asset management as integral part of road economy. *Procedia Engineering*, 91, 481–486. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.030>
- UKRLG, & HMEP. (2013). *Highway Infrastructure Asset Management*. www.dft.gov.uk
- van der Velde, J., Klatter, L., & Bakker, J. (2013). A holistic approach to asset management in the Netherlands. *Structure and Infrastructure Engineering*, 9(4), 340–348. <https://doi.org/10.1080/15732479.2012.657650>
- Zaninovich, D. (2017). Vías regionales y la necesidad de una gestión compartida. *Revista de Ingeniería*, 45, 72–79.

8 ANEXOS