REFLEXIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL EN COLOMBIA EN EL MARCO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

AUTOR

RICARDO RODRÍGUEZ RIVERA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

DIRECTOR

ING. GUILLERMO ANDRÉS CORTÉS CORTÉS

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ, JUNIO 21 DE 2021

REFLEXIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL EN COLOMBIA EN EL MARCO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

RESUMEN

A partir de la importancia que refiere el desarrollo integral de un país en coherencia con las actuales demandas mundiales, se viabilizan reflexiones en torno al tema, para este caso, en el marco de los aportes y desarrollo desde la ingeniería civil. Desde aquí, este artículo se plantea como objetivo reflexionar sobre el concepto de desarrollo sostenible y su relación con los avances en la infraestructura de carreteras del país. Para ello, se realiza la revisión y construcción teórica del concepto de desarrollo sostenible, así como de desarrollo humano y social en Colombia, a partir de la relación de estas se reflexiona sobre el proceso de desarrollo de la infraestructura vial del país. Ejercicio que permite vislumbrar la importancia de poner en marcha una gestión ambiental empresarial efectiva que implemente acciones articuladas con los objetivos del desarrollo sostenible y así, se logre atender las necesidades de la población; para este caso desde el desarrollo de la infraestructura de carreteras respetuosas del medio ambiente. Por ello, se considera importante y como resultado de la reflexión promover además la formación y educación sobre este tipo de estrategias, teniendo en cuenta que a través de la participación de profesionales de la ingeniería civil es posible materializar las mismas.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sostenible, gestión ambiental empresarial, ingeniería civil, infraestructura vial en Colombia.

ABSTRAC

From the importance that refers the integral development of a country in coherence with the current world demands, it become viable reflections on the subject, in this case, within the framework of

contributions and development from civil engineering. From here, this article aims to ponder on the concept of sustainable development and its relationship with advances in the country's road infrastructure. For this, the theoretical review and construction of the concept of sustainable development, as well as human and social development in Colombia, is carried out and, based on their relationship, it is ponder on the development process of the country's road infrastructure. Exercise that allows to perceive the importance of implementing an effective business environmental management that implements actions focused on the objectives of sustainable development and on meeting the needs of its population through the development of road infrastructure in a context of environmental sustainability and in coherence with the reality of the country.

KEY WORDS

Sustainable development, business environmental management, civil engineering, road infrastructure in Colombia.

Introducción

En la actualidad, los países en desarrollo como los de América y el Caribe se han visto enfrentados a exigencias mundiales que reclaman respuestas inmediatas en relación con dinámicas económicas, políticas, culturales y medio ambientales, así como una rápida respuesta al rápido y exigente progreso tecnológico y digital, el progreso del capital humano, el impacto heterogéneo de la globalización en grupos socioeconómicos que plantean como reto nuevas oportunidades para la región (Organización para la organización y el desarrollo económicos - OCDE , 2019). Por ello, reflexionar en torno a las mismas se convierte en una urgencia.

Esfuerzos articulados entre el gobierno nacional, gobernaciones y entidades gubernamentales entre otras han logrado pasos concretos hacia el objetivo de generar no solo conciencia sino también políticas que propendan por el adecuado uso de los recursos, la implementación de transportes más amigables con el medio ambiente, el uso de nuevas tecnologías y el desarrollo de proyectos utilizando

energías limpias. Dichas políticas son un inicio hacia el largo camino que le espera al país en materia de construcciones sostenibles; ejemplos como el metro de Medellín, la implementación de los primeros 22 buses híbridos del SITP (motor combinado entre diésel y eléctrico) para la ruta de carrera séptima en Bogotá, la puesta en vigencia de la Ley 1964 de 2019 desde la que se estipula que los aranceles e impuestos aplicables para los vehículos eléctricos no podrán superar el 1% del valor del vehículo con el fin de incentivar la compra y uso de los mismos, incentivos como la no restricción en la movilidad para vehículos eléctricos, políticas de restricción de carriles vehiculares y un mayor uso de bicicletas son algunos ejemplos de los esfuerzos por generar conciencia en la población.

Pero a pesar de los ejemplos mencionados, es de resaltar que la problemática actual supera dichos esfuerzos, por este motivo se realiza un análisis basado en los planteamientos pasados, presentes y futuros del país en esta materia y pretendo sintetizar en este texto los antecedentes y lo que viene para Colombia en materia de construcción sostenible desde el punto de vista del desarrollo de los proyectos de infraestructura vial.

Justificación

Para poder comprender el impacto ambiental consecuencia de los procesos industriales y de construcción en Colombia – desarrollo de la infraestructura vial - es necesario tener en cuenta datos relacionados con el consumo, emisiones y desperdicios derivados de dichos procesos en tanto producen una cantidad significativa de contaminación. Los siguientes porcentajes se toman teniendo en cuenta la base de 100% como porcentaje total del recurso y a partir del mismo se toma el porcentaje que consume o aporta (en caso de emisiones y generación de desperdicios) el sistema de construcción tradicional en Colombia.

- Consumo total de agua: el sector de la construcción consume un aproximado del 12% del total del agua potable disponible en el país durante las labores de extracción, tratamiento y creación de

materias primas, así como la generación del proceso constructivo y de mantenimiento de obras civiles en general.

- Consumo de energía eléctrica: el gremio de la construcción ocupa un aproximado del 71% del total de la energía eléctrica del país durante el proceso de extracción y procesamiento de materia prima, procesos constructivos y mantenimiento de obras durante el total de su ciclo de vida útil.
- Generación de emisiones: en este punto quiero hacer un énfasis especial dado que el 50% del total de las emisiones de co2 del país se derivan del proceso de extracción y procesamiento de materia prima para la producción de aceros, cementos, materiales de mampostería etc., así como la carga de emisiones generada por el proceso de transporte de los mismos hacia los sitios de obra, además de emisiones generadas por maquinaria y equipos de alistamiento de terrenos y en general todo tipo de emisiones derivadas del proceso constructivo las cuales como se observa generan la mitad del total de emisiones contaminantes del país.
- Generación de desperdicios: este punto también llama especialmente la atención debido a que se estima que del total de desperdicios sólidos no asociados a comestibles o agro la construcción aporta el 65% del total de los mismos debido a la falta de procesos industrializados que maximicen la utilización de recursos lo cual deriva en un alto grado de desperdicio generado en sitio durante el proceso constructivo, dichos desechos no solamente generan contaminación sino que a su vez generan importantes pérdidas de materiales.
- Consumo de materias primas: El ramo de la construcción es diverso lo cual implica que depende de una serie de múltiples elementos para uso de materia prima, herramientas etc., no es de asombrase que utilice un total del 60% del total de las materias primas que consume el país. (Atehortúa, 2020)

Estos datos brindan un panorama frente a la enorme carga contaminante y consumo ambiental derivados del sector industrial, sin embargo, en términos económicos y a pesar de este panorama, el sector representa un pilar fundamental en el desarrollo económico y social de cualquier país pues en

relación con niveles de empleabilidad, esta industria moviliza 7% de empleos directos y 28% de empleos en las ramas de explotación y transformación industrial de materias primas; y en Colombia, la construcción aporta una importante cifra, aproximadamente 720.000 empleos directos además del 10.7% del PIB. A partir de lo indicado y en coherencia con el objetivo de este documento vale la pena indicar referentes relacionados con experiencias de construcción sostenible, en particular sobre infraestructura vial. Esto permite identificar las características de los avances en el tema y qué falta por implementar para así, poder reflexionar sobre el asunto en Colombia en el marco del *desarrollo sostenible.*

En este punto, la construcción sostenible se perfila como una oportunidad que permite a Colombia avanzar en el diseño y ejecución de proyectos cada vez más amigables con el medio ambiente. Por ello, reconocer el campo de la educación como un contexto formativo sobre el tema para los ingenieros civiles se convierte en uno de los tantos caminos para aportar al desarrollo sostenible. De forma articulada con esto, es posible generar conciencia ambiental en los ingenieros y así irradiar sus proyectos no solo desde la ejecución material sino desde la gestión social pues en los mismos participan directa e indirectamente, comunidad, empresa y medio ambiente. Desde aquí, reflexionar sobre la formación de los ingenieros civiles en materia de desarrollo sostenible es una acción más que aporta al desarrollo del mismo país desde el cuidado máximo del medio ambiente, en suma, es una oportunidad de cualificación en los ingenieros de manera armónica con las necesidades actuales.

Antecedentes Normativos.

Para alcanzar el objetivo de este escrito y soportar sus reflexiones es importante enunciar los referentes legales y acciones tanto nacionales e internacionales que se han venido preocupando por el cuidado del medio ambiente y en los que participa el país. Estos se convierten en escenarios formativos y de participación por parte de los ingenieros en razón de la información y apuestas que allí se gestan.

Desde el contexto internacional, se encuentra por ejemplo, la Conferencia entre las partes - COP[1] en donde se reúnen países desarrollados y en vía de desarrollo para establecer compromisos frente a la regulación de las emisiones contaminantes y en general mitigar los impactos ambientales. En estas cumbres – anualizadas Colombia se ha comprometido a reducir sus emisiones en un 20% a 2030. A continuación, se detallan otros referentes legales.

Marco jurídico internacional

- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano: documento firmado en el año de 1972 durante la conferencia de naciones unidas sobre el medio ambiente la cual constituye el primer documento sobre legislación mundial ambiental el cual busca reconocer el derecho y deber del hombre a mantener un ambiente natural saludable.
- Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Nuestro Futuro Común" Informe Brundtland: de este informe nace el termino *desarrollo sostenible* el cual determina que se debe equilibrar el proceso de suplir las necesidades presentes sin comprometer los recursos a utilizar para suplir las necesidades fututas; el planteamiento principal de este informe es que el mundo no puede continuar con el planteamiento de desarrollo actual debido a que prioriza el crecimiento económico sin tener en cuenta el decrecimiento de recursos que esto implica.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: el objetivo principal de esta cumbre fue determinar qué acciones se deben tomar a nivel internacional en materia ambiental para lograr el desarrollo sostenible e integral de las naciones el cual no solo aborda el tema del mejoramiento de las políticas ambientales, sino que determina las implicaciones sociales y de pobreza inherentes a las malas prácticas ambientales actuales.

[1] Conferencia de las Partes (COP) es la Cumbre Anual que realiza la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) donde se reúnen los 196 países más la Unión Europea que conforman a las Partes. Las COP son sesiones en las que se reúnen los países que han ratificado las Convenciones de las Naciones Unidas. (COP25 Chile, 2019)

- Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: acuerdos realizados durante la cumbre de naciones unidas en el 2015 los cuales articulan el compromiso conjunto de los países participantes para generar políticas de equidad y cuidado del medio ambiente con la premisa de que entre más políticas de protección ambiental se implementen exitosamente más bajos serán los índices de pobreza y desigualdad en el mundo por tanto por medio de la implementación de estas proyectos se pretende disminuir la desigualdad para el año 2030.

Sumado a los referentes legales y acciones internacionales que le apuestan al desarrollo y construcción sostenible, ahora se detallan otros en el contexto colombiano. En primer lugar, se encuentra el organismo responsable de implementar las políticas de sostenibilidad en Colombia en materia de vías; el Ministerio de transporte, parte de la rama ejecutiva. Su principal representante en materia de infraestructura vial es *El Instituto Nacional de Vías – INVIAS* encargado de la asignación, regulación y supervisión de los contratos para la construcción de autopistas y carreteras y el mantenimiento de las vías a nivel nacional y por lo tanto es quien determina las reglas de contratación y ejecución de proyectos viales en el país (párr. 4, 2021). También se encuentra la *Agencia Nacional de Infraestructura - ANI* quien trabaja como un ente descentralizado de la rama ejecutiva y planea, coordina, estructura, contrata, ejecuta, administra y evalúa proyectos de concesiones (Párr. 2, 2021) de la mano con todo lo que sea necesario desde cualquier forma de Asociación Público Privada - APP, para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública de transporte en todos sus modos. (ANI; 2021, Párr. 2)

De la mano con lo indicado, ahora se entra en el detalle del marco normativo vigente que el país ha gestionado y desde el que se establecen las políticas de sostenibilidad en el marco del desarrollo sostenible para la preservación del medio ambiente.

Marco jurídico nacional.

- Artículo 79 constitución política de Colombia: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y la ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo”
- Artículo 80 constitución política de Colombia: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”.
- Ley 99 de 1993: la cual estableció la creación del ministerio de medio ambiente y sus directrices.
- Ley 1682 de 2013: por medio de la cual se adoptan medidas reglamentarias para los proyectos de infraestructura vial en Colombia la cual en su artículo 8 estipula que los diseños de infraestructura vial deben desarrollarse luego de haber realizado estudios previos de impacto ambiental, socializaciones de los mismos y que estos deben propender por resguardar la sostenibilidad ambiental para lo cual se deben realizar los correspondientes estudios de impacto ambiental.
- Ley 1844 de 2017: Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París” en el cual el gobierno colombiano ratifico su compromiso con la disminución en la producción de huella de carbono, emisiones de gases que producen efecto invernadero y adaptación a los efectos del cambio climático.
- Ley 1931 de 2018: Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático, la cual busca generar la conciencia de transición hacia una economía sustentable que proteja el medio ambiente y promueva la reducción de la huella de carbono, reducción en la producción de gases y reduzcan la vulnerabilidad de la población rural urbana y a los ecosistemas presentes en Colombia frente a la amenaza que es el uso indiscriminado de recursos.
- Ley 1955 de 2019: el cual determina el llamado pacto por la sostenibilidad cuyo eslogan es ‘‘producir conservando y conservar produciendo” lo cual se resume en buscar alternativas de

producción más eficientes que deriven en el aprovechamiento de los recursos sin necesidad de la sobreexplotación de los mismos.

- CONPES 3918 de 2018: Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Colombia. El documento COMPES constituye un esfuerzo de la nación por articular estrategias que agrupen a todos los sectores productivos del país con el fin de prestar un tratamiento integral al difícil tema del desarrollo sostenible, se trata de definir estrategias, metas, proyectos y demás que promuevan las buenas prácticas ambientales y así mismo realizar un seguimiento y rendición de cuentas por parte de todos los sectores involucrados con respecto a los avances realizados en cada compromiso.
- CONPES 3934 de 2018: Política de Crecimiento Verde para el país, establece una trayectoria de crecimiento propuesta entre los años 2018 a 2030 en mira de impulsar el crecimiento económico sustentable y así promover la adecuada utilización de los recursos naturales para maximizar su aprovechamiento minimizando los impactos ambientales negativos.

Infraestructura de carreteras en Colombia, un proceso de desarrollo humano y social.

Un acercamiento al concepto de desarrollo sostenible

Vale la pena, en primera instancia y en el marco de estas reflexiones realizar un acercamiento al concepto de desarrollo sostenible, pues países como Suecia, Dinamarca, Noruega, Finlandia, Islandia y Canadá, entre otros, los cuales lideran alcances importantes frente a la apuesta del desarrollo sostenible como disminución de la pobreza, protección del planeta y prosperidad (Word Economic Forum, 2017) En esta línea, las exigencias mundiales hacen que Colombia responda con urgencia a las mismos. Algunos de estos cambios se relacionan con la comprensión y sentido del medio ambiente, especialmente porque “ha experimentado un cambio significativo, a pesar de que en la década de 1960 la mayoría de la gente creía que el medio ambiente era infinito” (Mulder, 2007, p. 15).

Pero situaciones como, el uso de químicos sobre el campo, por ende, su contaminación, derrames de petróleo, crecimiento y manejo inadecuado de desperdicios, así como la producción desmedida de materiales no reciclables y a su vez el manejo inadecuado de los mismos, generaron que "… a fines de la década de los sesenta… diferentes académicos, sociólogos, científicos y políticos estudiaron las modificaciones que estaba sufriendo el medio ambiente, las variaciones que causaban impactos significativos a la sociedad mundial" (Alaña, Capa y Sotomayor, 2017, p. 92), de allí, la relevancia del concepto de desarrollo sostenible y su materialización sin comprometer los recursos para generaciones futuras.

Desde lo expuesto, "lograr nuevos balances entre la calidad del ambiente y las actividades humanas… usualmente aparecen englobados bajo el concepto de "desarrollo sostenible" (Gudynas, 2010, p. 43), concepto que permite pensar en acciones respetuosas con el ambiente, lo cual se articula con el concepto de "desarrollo a partir de las libertades humanas, entendiendo como "libertades humanas" las "oportunidades determinadas por otras realidades, como lo son las condiciones que facilitan el acceso a la educación, la salud y las libertades cívicas" (Gutiérrez citado por Vergara y Ortiz, 2016, p.23).

Según Mulder (2007) "el desarrollo sostenible satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (p. 16), de esta forma, tener en cuenta las necesidades del otro a futuro implica respetar las del ahora en lo individual y en lo colectivo, y es aquí en donde la palabra *desarrollo* realiza su significado como constante en la vida del hombre y, *sostenible*, desde el sentido de la preservación de su existencia.

Sumado, el desarrollo sostenible "puede ser entendido de manera global como el mantenimiento o el mejoramiento de las "condiciones de calidad" del sistema de interrelaciones sociedad-naturaleza." (Pérez, 2012, p. 145), y se debe caracterizar por la vinculación de "las decisiones económicas con el bienestar social y ecológico, es decir, vincular la calidad de vida con la calidad del medio ambiente y, por lo tanto, con la racionalidad económica y el bienestar social". (Angulo. 2010, p.5).

Según Gallopín (2003) “la palabra "desarrollo" refiere un cambio gradual y direccional que da cuenta de un proceso cualitativo más que cuantitativo y con potencialidades de carácter complejo, pues al referir un proceso cualitativo dinamizador que involucra la participación de quienes orientan los países, refiere un proceso pensado y reflexionado, es decir, una apuesta por la convivencia armónica entre lo que hace el hombre y su entorno en aras del cuidado de ambos.

En coherencia con lo expuesto, hablar de desarrollo implica hablar de desarrollo humano, es decir, bienestar, control, crecimiento y vida como una constante en él,

> es un proceso en el cual se amplían las oportunidades del ser humano […] que pueden ser infinitas y cambiar con el tiempo […], las tres más esenciales son disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida decente. (PNUD, 1990, p. 19)

Y, estas tres oportunidades se articulan de forma solidaria con el cuidado y bienestar de quienes hacen parte del sistema, por ello, la relación con el concepto de desarrollo sostenible, pues en este se preserva la vida de otros seres que coadyuban desde sus propios roles biológicos a la estabilidad de la naturaleza y del medio ambiente por ello, el desarrollo sostenible

> Considera la equidad, tanto dentro de una misma generación como entre distintas generaciones; y posibilita así que todas las generaciones, presentes y futuras; aprovechen de la mejor manera posible su capacidad. Ubica al proceso de desarrollo dentro de la capacidad de sustento de la naturaleza y otorga la máxima prioridad a la regeneración del medio ambiente, a fin de proteger las oportunidades de futuras generaciones. (PNUD, 1995, p. 17)

Desde lo expuesto, es posible entender que en la actualidad y como resultado de un significativo número de situaciones que han venido acompañando al ser humano, este ha llegado a configurar una apuesta integral que vele por la preservación de la vida, de sus ecosistemas y con calidad de vida entendiendo que el cambio hace parte inherente del proceso y que dichas apuestas deben responder a las mismas.

Por tanto, el papel de la ingeniería civil cobra protagonismo porque a través de ella es posible "resolver los problemas físicos relacionados con la satisfacción de las demandas de agua, drenaje, vivienda, comunicaciones, energía, a partir de los recursos naturales renovables y no renovables del país" (Mariño, 2007, p. 67) sin perder de vista, el cuidado y preservación del medio ambiente pues "La introducción del desarrollo sostenible en la ingeniería es un nuevo desafío que trata de conciliar las necesidades del hombre con la capacidad del planeta" (Rodríguez y González, 2010, p. 149).

Objetivos del desarrollo sostenible – ODS

Mientras "La comunidad internacional por fin ha llegado a un consenso para hacer frente a una crisis que hoy ya nadie niega: la sostenibilidad de la especie humana en el planeta" (Melo et al., 2015, p. 6), se hace necesario precisar particularidades de los objetivos que orientan dicha sostenibilidad, en particular por el interés de este escrito. Así, y luego de entender el concepto de desarrollo sostenible como mecanismo y/o estrategia que vela por el cuidado y *bien estar* del hombre, así como de los recursos que la naturaleza le provee, no sólo para su subsistencia inmediata sino futura; los objetivos que le orientan cobran especial valor pues brindan el detalle necesario a los países y empresas responsables del mismo.

Vale anotar que en principio el desarrollo sostenible se sustenta desde tres dimensiones de forma armónica, el desarrollo económico, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental; e incluye las consecuencias y causas, así como las condiciones que permiten lograr el desarrollo sostenible (Melo et al., 2015), se configuran además como

> una herramienta de planificación y seguimiento para los países, tanto a nivel nacional como local […] constituirán un apoyo para cada país en su senda hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente, a través de políticas públicas e instrumentos de presupuesto, monitoreo y evaluación. (PNUD - CEPAL, 2018, p. 5)

Aspectos que dejan en evidencia la necesidad e importancia del compromiso social y político de los países de América latina y el Caribe en razón de las situaciones de desigualdad tan marcadas que viven, pues el crecimiento económico no es el único que da cuenta de calidad de vida o bienestar de sus habitantes, se hace necesaria la integralidad y una visión sistémica y equitativa de la región.

En razón de esto, los 17 objetivos del desarrollo sostenible se centran en problemáticas sociales que se convierten en barreras para el desarrollo sostenible en las regiones, a saber,



Fuente: PNUD – CEPAL (2018) La Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe p. 1.

Sumado, es evidente en la forma en que están organizados y cómo se abordan dichas realidades pues existe una preocupación organizado en ejes temáticos, así, se abordan aspectos relacionados con derechos que brindan calidad de vida al hombre, otros, con acciones desde la relación con el medio ambiente y gestión de infraestructuras tanto a nivel social como empresarial para buenos procesos de consumo y sostenibilidad; como particular, se encuentran el objetivo encaminado en la construcción de paz y las alianzas necesarias para alcanzar los anteriores.

Por lo anterior, y en aras de alcanzar los mismos también existen apuestas por procesos de educación y formación de ellos, es decir, la Educación para el desarrollo sostenible – EDS, como proceso formativo continuo y obligatorio de

> todas las instituciones educativas, desde jardines de infantes hasta la educación superior, y tanto en la educación no formal como en la educación informal, pueden y deberían considerar su responsabilidad de abordar intensivamente temas de desarrollo sostenible, y de promover el desarrollo de las

competencias de sostenibilidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO, 2017, p. 7)

En este sentido, se consolidan estrategias que contemplan el desarrollo sostenible pero además el *cómo,* es decir, la manera en que se pueden sensibilizar y formar a aquellos que hacen parte de este proceso, para este caso en particular, apuestas integrales que relacionan ingeniería – infraestructura vial y desarrollo sostenible.

Desarrollo humano y social en el contexto colombiano

De otra parte, y en coherencia con los 17 objetivos del desarrollo sostenible, vale la pena reflexionar en torno al concepto de desarrollo humano pues reconocer las particularidades de dicho desarrollo es posible entender desde lo implícito y lo explícito que refiere actuar, existir, ser y hacer en sociedad, es decir, concebirlo no como un "medio para el crecimiento económico, la industrialización, o algún otro objetivo, sino como un fin en sí mismo definido como expansión de la libertad humana mediante la capacidad para llevar la vida que cada uno tenga razones de elegir (Sen, como se citó en Cejudo, 2006, p. 369).

Por ello, y en el marco de este escrito, se configura una articulación entre lo planteado desde los objetivos del desarrollo sostenible, el concepto de desarrollo humano y su relación con el desarrollo de la infraestructura vial en Colombia, así, desarrollo humano es un proceso conducente a la ampliación de las opciones de que disponen las personas… y las tres opciones esenciales para las personas son: poder tener una vida larga y saludable, poder adquirir conocimientos y poder tener acceso a los recursos necesarios para disfrutar de un nivel de vida decoroso. (PNUD, 2005, p. 15).

Por lo tanto, dicho desarrollo es un concepto que integra bienestar y crecimiento desde el aprovechamiento de lo que rodea tanto su ser como su hacer, es decir, un proceso, que toca tanto a los del presente como a los del futuro, por ello, uno de los aspectos en los cuales ha venido trabajando fuertemente el país ha sido en el desarrollo de su estructura vial.

Por lo anterior, “en su proceso de desarrollo, el ser humano establece una triple relación: consigo mismo, con los otros y con su ambiente” (Amar, Abello y Tirado, 2004, p. 3), y desde esta triple relación es posible relacionar el concepto de desarrollo humano y desarrollo social, pues este se construye en el otro, por ello, “la sociedad debe condiciones en las cuales la persona, tanto individual como colectivamente, logre el abastecimiento de los elementos materiales vitales” (Amar, Abello y Tirado, 2004, p. 6). En este sentido, además de las responsabilidades sociales, personales individuales y colectivas del hombre surgen desde lo global aquellas que corresponden a la sociedad como contexto dinamizador y organizado, para este caso la oportunidades y movilizaciones que se suscitan del desarrollo vial del país.

En este sentido, las situaciones y realidades en términos de desarrollo, avance y supervivencia que a lo largo de la historia han acompañado al ser humano, permiten ver que este es un animal necesitado y raramente alcanza un estado de completa satisfacción, excepto en breves períodos de tiempo. Tan pronto se ha satisfecho un deseo, aparece otro en su lugar. Cuando éste se satisface, otro nuevo se sitúa en primer plano y así sucesivamente. (Maslow, 1991, p. 9).

Desde aquí, es posible pensar en que cada vez que el ser humano alcance cierto nivel de satisfacción, deseará otro y otro, llevándolo a una secuencia de acciones en espiral que de alguna manera le permiten pensar y ejecutar planes y acciones conducentes al desarrollo en diferentes ámbitos, para este caso, el desarrollo de la infraestructura vial se configura como una de dichas acciones, claro, sin perder de vista el concepto de desarrollo sostenible, pues en coherencia con las nuevas realidades del siglo se hace necesario entender que toda acción o todas aquellas “oportunidades sociales, políticas y económicas a las que tenemos acceso limitan y restringen inevitablemente la libertad de agencia que poseemos individualmente” (Sen, 2000, p. 16), por tanto, se invita a una comprensión de acción que reconoce el otro y piensa en la continuidad del ser humano y la preservación de su entorno.

Por tanto, se hace necesario ir más allá de la inmediatez del consumo y bienestar individual, es entender que “el ser humano no se encuentra encerrado en los límites de una historia, ni social ni personal,

por mucho que la historia influye en nuestras vidas" (Ibáñez- Martín y Fuentes, 2017, p. 20), por ello, el concepto de sostenibilidad cobra valor pues al ver y entender las relaciones del hombre en contexto derivan en implicaciones o consecuencias sobre el otro.

De esta forma, no existe la acción particular y aislada o sin efectos, todo lo contrario, el ser humano se encuentra en un sistema y todo cuanto sucede allí refiere apertura al permitir intercambios de energía, materia e información con su ambiente que son importantes para su funcionamiento. En consecuencia, el comportamiento de un sistema, "lo que hace", no sólo depende del sistema mismo sino también de los factores, elementos o variables provenientes del ambiente del sistema y que ejercen influencia en él. (Gallopín, 2003, p.9).

En todo sistema, el concepto de sostenibilidad refiere "el involucramiento y participación activos de los diversos actores en los procesos de toma de decisiones […] en instancias que permitan fortalecer la confianza entre el gobierno y la sociedad civil, ampliándose las oportunidades de cooperación y coordinación". (CEPAL, 2002, p. 7). Y estas oportunidades son las que a la luz del desarrollo sostenible encaminan la organización de los países en la actualidad y preservación del hombre por medio del cuidado de su entorno.

En esta línea, el concepto de sostenibilidad debe entenderse no únicamente como algo estático y que permite promover el *buen estado* de algo, no se debe convertir en un concepto reduccionista que socialmente refiera *conservación de…*, al contrario "es un atributo de los sistemas abiertos a interacciones con su mundo externo. No es un estado fijo de constancia, sino la preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanentes" (Gallopín, 2003, p. 37). Refiere entonces, preservar la identidad del hombre y su existencia en el marco del respeto por el otro y su entorno, aspectos en pro de los cuales ha venido trabajando el país desde sus apuestas en ingeniería, puntualmente en infraestructura vial.

Por lo anterior, vale la pena indicar algunos aspectos relacionados con algunas de las apuestas sociales que ha gestado el país, así, en 1994

> Inició un plan cuadrienal de desarrollo, "El Salto Social"... que abarca compromisos en pro del concepto de desarrollo sostenible, no sólo mediante la atención prestada a los aspectos del medio ambiente, sino también debido a la intención del Gobierno de llevar los beneficios del desarrollo económico a todos los miembros de la sociedad" (PNUD, 1995, p. 135).

Plan que se trazaba procesos de intervención para avanzar en cuestiones de índole social y de forma integral para optimizar sus recursos teniendo en cuenta el contexto y necesidades de sus habitantes pues "Las personas no escogen las condiciones en que nacen, y las enormes desigualdades socioeconómicas que existen en Colombia constituyen un entorno favorable para la reproducción de esas mismas condiciones" (Bonilla et al, 1994, p. 15), así, trabajar por la movilización de la población en situaciones menos favorables aporta a que las brechas sociales disminuyan y se apueste por prácticas menos mecánicas y carentes de sentido social.

Desde este lugar es posible reconocer los aportes de la ingeniería civil frente al desarrollo vial del país, pues al generar mayor comunicación entre sus diferentes regiones es posible movilizarlo no sólo económicamente sino, social, cultural y políticamente; sin desconocer con esto, la necesidad de revisar en términos de gestión ambiental los cuidados que devienen de este desarrollo, en palabras de Santos (como se citó en PNUD, 2016)

> Paz, equidad y educación son los tres ejes de nuestros principales esfuerzos en los últimos años. Pero si hablamos de "desarrollo humano para todos" … el cambio climático es una amenaza que se constituye como el mayor reto que haya tenido la humanidad. (p. 20)

Así, desarrollo humano, social y sostenible, responden a un accionar enmarcado en el equilibrio y la responsabilidad, el cuidado desde todos y hacia todos, se sustentan en la preocupación de la vida presente como futura en aras de la preservación armónica e integral del mundo como sistema, lo cual coincide con la perspectiva de Sen sobre el desarrollo en la que este es

> un proceso amigable, destacando la cooperación entre los individuos y para consigo mismos […] que incluye las reflexiones sobre el desarrollo sostenible, las teorías del capital humano y capital

> social, el enfoque de la satisfacción de las necesidades humanas y, finalmente, el desarrollo humano. (Sen, citado por Bedoya, 2010, p. 283)

Infraestructura de carreteras en Colombia, una mirada hacia el pasado y el inicio de la construcción que impulsó a un país

En este apartado se hará énfasis en proyectos viales ya ejecutados en Colombia. Se parte de la particularidad de la topografía del país y el reto que ha significado en materia de construcción de vías. Colombia presenta sin lugar a dudas terrenos en los cuales el ingeniero civil debe implementar conocimiento y experiencia con el fin de sobrellevar cada obstáculo que se presenta en el desarrollo de cada proyecto. Un ejemplo de estos retos, el proyecto que buscó unir por medio de troncales a sus departamentos; para ello, tuvo que estructurar una estrategia basada en los resultados a nivel estructural sin tener en cuenta los impactos ambientales o los problemas causados a las comunidades a largo plazo; antes de profundizar más en este punto cabe anotar que el desarrollo de infraestructura vial se dio en el año de 1904 y a partir de este año Colombia ha ido evolucionando paulatinamente hacia el desarrollo sostenible.

Previo a este proyecto, el trasporte de carga y pasajeros se realizaba por medio de las pocas líneas férreas, los ríos navegables y en las partes del territorio nacional donde no se contaba con ninguna de las dos opciones y la única alternativa era el transporte de tracción animal. Este preámbulo permite entender el enfoque implementado en esa época pues las necesidades cambian con el tiempo y hace un siglo lo primordial era el acceso al transporte y libre movilización dentro del territorio nacional, por ello, el concepto de cuidado al medio ambiente era poco considerado pasando a un segundo plano.

Así, en el año de 1904 durante el gobierno de Rafael Reyes se crea el Ministerio de obras públicas con el objetivo principal de articular las vías férreas y las fluviales con la construcción de carreteras que permitieran el libre desplazamiento de las personas por todo el territorio nacional (Quinche, 2011). Este proceso de articulación se inició con la construcción de la primera carretera nacional la cual conducía de

la ciudad de Bogotá a Cúcuta conocida como la carretera central del Norte proyecto que inició en 1905 y se terminó en 1934 en el gobierno de Enrique Olaya Herrera, para este año diferentes proyectos de infraestructura vial se habían desarrollado en el país, pero no se encontraban articulados como red nacional (Cardona, 2019)

Para este año el Consejo Nacional de Vías – INVIAS creó la Ley 88 de 1931. Desde esta se articuló un plan de más de 6.000 km de vías divididas en troncales y programas como el plan llamado *Cambio de piso* propio del gobierno de Eduardo Santos. Desde este se logró iniciar con la pavimentación de mas de 900 km de vías secundarias y convertirlas en vías nacionales. En el año 1945 el país se enfrenta a un problema ambiental fruto de procesos de construcción sin planificación, y entre los años 1945 y 1950 se dieron cambios ambientales y oleadas invernales que afectaron las vías construidas; lo que derivó en una destrucción masiva de las mismas por causa de la falta de previsión y las escasas obras de arte como cunetas, alcantarillas y taludes las cuales hasta la fecha no se implementaban de una manera tan planificada como la actual.

Es en este punto en el que la planeación de los proyectos viales da un giro y se busca mitigar daños futuros en los proyectos. Se incluyen entonces obras de mantenimiento y conservación como parte integral de las mismas, así como la implementación de peajes que ayudaran a financiar la reparación de los daños causados y atender el mantenimiento de las vías.

Durante las décadas comprendidas entre 1960 y hasta principios de los 80 Colombia adquirió créditos con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento por un aproximado de US183.000.000 los cuales en un principio se presupuestaron para dar culminación a los diferentes proyectos de troncales nacionales pero, debido a los cambios climáticos y las nuevas políticas de implementación de vías secundarias y terciarias articuladas los proyectos ya existentes tuvieron sobrecostos y retrasos que derivaron en la no culminación del plan de infraestructura y movilidad vial. (Red Nacional de Carreteras, 2021)

Desde lo datos anteriores, se puede apreciar que a pesar no existir una comprensión profunda sobre el cuidado del medio ambiente, la puesta en marcha de proyectos viales en el país puso sobre la mesa la importancia de generar proyectos viales acordes con los terrenos colombianos para así maximizar sus recursos y solucionar la problemática de aislamiento que tenían en ese momento las comunidades aisladas del país. Por lo anterior, se puede afirmar que en un inicio el estado se enfocó en solucionar el atraso vial del país y fue a base de experiencias de prueba y error que en el transcurso de los años 80´s se pasó de un país totalmente aislado a uno con una conexión que, aunque no perfecta sentaba las bases para lo que se ve en el presente.

Otros aspecto positivo a partir de los proyectos gestados en esta época se relaciona con la conexión entre diversas zonas del país que dio apertura comercial pues productores de materias primas y alimentos vieron en este avance vial la forma de darle un empuje a sus negocios lo cual generó un despegue económico; así, cada comunidad que se logró conectar por medio de las vías nacionales, secundarias o terciarias fue testigo de la apertura de un país que aunque propio era totalmente desconocido. A pesar de esto, es importante señalar que la evidente falta de planificación de la época como el desconocimiento de diferentes variables como fallas de terrenos, cambios climáticos, taludes apropiados entre otras generó atrasos, detrimento al patrimonio, desviación de recursos y sobrecostos entre otros.

Construcción de vías en Colombia a través de las Concesiones. Aprendiendo de los errores.

Los referentes previos al desarrollo y puesta en acción de las concesiones viales en Colombia indican un déficit en su infraestructura.

> Con la apertura económica del entonces presidente Cesar Gaviria Trujillo (1990-1994) y con el final del ferrocarril en Colombia, se observó la deficiente planeación y mantenimiento de la infraestructura vial de todo el país. Muchas de las Rutas nacionales definidas en la Resolución 0830 del día 5 de febrero del año 1992, no habían sido construidas o eran carreteras de poca

transitabilidad e importancia. Por lo que fue emitida la Resolución No 3700 del año 1995, qué fijó una nueva nomenclatura para las carreteras nacionales. (Fundacolectivos, 2020, párr. 21)

Esta nomenclatura se estructuró de la siguiente manera.

Figura 1.

Rutas troncales: Cruzan el país de sur a norte.

TRONCALES	LONGITUD (Km)
De Occidente	1.778
De Magdalena	1.597
Central	476
De Urabá	358
Del eje cafetero	215
Villavicencio - Saravena	1.258

TABLA 1. Rutas Troncales Nacionales

(CONPES 2691, 1994, citado por Muñoz, 2002, p. 19)

Figura 2

Rutas Transversales: cruzan el país de orienta a occidente.

TRANSVERSALES	LONGITUD
Del Caribe	891
Carmen de Bolívar – Valledupar – Maicao	441
Medellín – Cúcuta – Pto. Santander	649
Medellín - Bogotá	566
Buenaventura – Villavicencio	724
Huila – Cauca	199
Tumaco - Mocoa	413
La Mina – Rio Caguán	189

TABLA 2. Rutas Transversales Nacionales

(CONPES 2691, 1994, citado por Muñoz, 2002, p. 19)

Y en razón del déficit indicado y la supresión de otros tramos de carretera es que se ponen a los Departamentos frente a la construcción vial a través de las concesiones. Y esto dio paso a las ***Concesiones de Primera, Segunda, Tercera y Cuarta generación.***

Las Concesiones de Primera generación fueron las siguientes.

Figura 3.

Tramos viales gestionados en las *Concesiones de Primera Generación*.

CONCESIONES NACIONALES DE PRIMERA GENERACIÓN	CON (Km)	RH (Km)	MMTO (Km)
Armenia - Pereira – Manizales	66.4	110	219
Bogotá-Cáqueza	15.2	16	0
Bogotá (puente El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino	15	31	31
Cartagena – Barranquilla	0	63	109
Desarrollo del Oriente de Medellín y valle de Rionegro	45.7	168.4	349.1
Desarrollo vial del norte de Bogotá	46	48	48
Fontibón - Facatativa - Los Alpes	28	41	41
Girardot - Espinal – Neiva	11.2	138.8	150
Los Patios - La Calera - Guasca y El Salitre - Sopó – Briceño	0	50	50
Malla vial del Meta	2.8	180.9	190
Santa Marta – Paraguachón	0	170	250

CONCESIONES DEPARTAMENTALES	CON (Km)	RH (Km)	MMTO (Km)
Barranquilla – Ciénaga	0	62	62
Buga - Tulúa - La Paila	57	60	60

(CONPES, 1999, p. 18)

Frente a esta primera etapa y comparada con la segunda se identificó no existencia de licencias ambientales y otras desde INVIAS, así como estudios de tráfico y procesos relacionados con la gestión social, aspectos fundamentales en los que hoy enmarca el desarrollo sostenible. Es posible indicar que las concesiones viales no fueron una propuesta errada, sino que se dieron fallas relacionadas con estudios previos sobre las mismas. Esto llevó al desconocimiento de riesgos comerciales, de construcción, de operación, financieros y ambientales entre otro, lo cual ha afectado de manera significativa y desde diferentes esferas al país, en tanto, cada vez que hay un deslizamiento, un fallo geográfico y en general un cierre de la vía por causa de eventos climáticos es el estado quien debe aportar los recursos sumado a las afectaciones de quienes deben transitar por las mimas.

Las Concesiones de segunda generación

Las dificultades que enfrentaron los contratos de concesión de primera generación se hicieron perceptibles rápidamente. Así,

> Los proyectos de concesión vial de segunda generación se desarrollaron entre 1995 y 1999, y en ellos se intentaron corregir los fallos del modelo de primera generación, especialmente en relación con la distribución de riesgos entre el Estado y el concesionario, a través de la generación de estudios técnicos sobre la demanda esperada de tráfico, el otorgamiento de licencias ambientales y el avalúo de la compra de predios. (Contraloría departamental del Valle del Cauca, 2015, p. 43)

Como un intento por solucionar estos inconvenientes, el documento CONPES 2775 de 1995, expedido en el gobierno Samper, marcó el inicio de esta segunda etapa de concesiones viales en las que se presentan 26 proyectos de infraestructura, aunque debido a la recesión mundial y otros problemas los fondos que estaban destinados para estas no se lograron y el resultando derivó en que de los 26 proyectos solo 2 se ejecutaran. Los proyectos iniciales se referencian a continuación.

Figura 4.

Tramos viales correspondientes a las *Concesiones de Segunda Generación.*

NOMBRE DEL PROYECTO	
– Malla vial del Valle	– Rumichaca – Pasto – Chachaguí
– El Vino - Tabiagrande - Puerto Salgar – San Alberto	– Carretera Ibagué – Honda
– Cali - Palmira – Buga	– Cartagena – Turbaco – Sincelejo
– Valle de Aburrá – Cuenca del Río Cauca	– Medellín – La Pintada
– Briceño- Tunja – Sogamoso	– Santander de Quilichao - Popayán
– Carretera Pereira- La Paiba - Armenia- Calarcá	– Carretera Espinal – Chaparral – Buga
– Bosa- Granada - Girardot	– Briceño- Zipaquirá - Chiqiinquirá Villa de Leyva- Tunja y Chiquinquirá - Barbosa
– Girardot- Ibagué – Calarcá	– Bucaramanga- Yé de Ciénaga – Santa Marta
– Carretera Planeta Rica- Montería -Cereté – Tolú	– Bucaramanga – Cúcuta- Puente Simón Bolívar
– Vía Alterna Buga - Buenaventura	– Girardot – Cambao – Puerto Bogotá
– San Gil – Bucaramanga y Bucaramanga- Barrancabermeja	– Cartagena – Turbo
– Carretera Planeta Rica- Montería -Cereté – Tolú	– Neiva- Pitalito
– Vía Alterna Buga – Buenaventura	– Barranquilla- Cartagena
	– Transversal de los contenedores (Carmen – Zambrano – Plato –Bosconia – Valledupar)

TABLA 5. Carreteras Concesionadas II Generación
FUENTE: Instituto Nacional de Vías. El Sistema de Concesión de Carreteras en Colombia, 1998

(CONPES 2691, 1994, citado por Muñoz, 2002, p. 23)

Sobre esta segunda fase, se identificaron los siguientes aspectos como debilidades. Estudios de tráfico insuficientes, no claridad en fechas para la adquisición de predios y licencias ambientales, plazos cortos de licitación, contratos con vacíos jurídicos, repartición de riesgos poco claras, criterios de evaluación en la propuesta que conllevan a distorsiones en la adjudicación, incertidumbre frente al manejo presupuestal,

garantías sin mecanismos de validez, plazo fijo de la concesión, entre otros. (Contraloría departamental del Valle del Cauca, 2015, p. 43).

Aun cuando se ha avanzado en el desarrollo vial, todavía está pendiente mejorar muchos de sus procesos, a propósito de esto la importancia de la educación y la formación de los ingenieros civiles. Es de suma importancia estar al tanto de todo cuanto afecte o se relacione con el medio ambiente, la población, la obra en sí misma – calidad, materiales, proyección, diseño, ejecución – y así poder lograr estándares de calidad en todas las esferas. Por ello, formarse de manera integral viabilizará la generación nuevos proyectos que busquen maximizar recursos y minimizar riesgos.

Tercera generación de concesiones viales

En este tercera etapa o concesiones de tercera generación los corredores viales hacen énfasis en el comercio a través de los grandes centros de producción, puertos y aeropuertos del país. “Su operación cobra especial importancia, involucrando aspectos socioeconómicos de las zonas de influencia dentro de sus elementos de evaluación” (Muñoz, 2002, p. 24). Hacen parte de este, 21 contratos – para ejecución entre 2001 y 2007 – y recibieron los siguientes nombres.

Figura 5.

Tramos viales gestionados en las *Concesiones de Tercera Generación* y alcances.

NOMBRE DEL PROYECTO
Briceño- Tunja – Sogamoso
Corredor Vial Buenaventura – Bogotá
Corredor Vial La Paiba- Cartago- Pereira
Circuito Vial Atlántico – Bolívar- Sucre – Córdoba
Zipaquirá – Chiquinquirá – Barbosa - Bucaramanga- San Alberto – Ye de Ciénaga
Rumichaca – Pasto - Popayán
Medellín – La Pintada
Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón
Tren de Serranías de la Sabana de Bogotá – Cundinamarca
Tren Serranías del Valle de Aburrá
Mantenimiento del Canal de Acceso al Puerto de Barranquilla
Recuperación de la Navegabilidad en el Río Meta

TABLA 6. Carreteras Concesionadas III Generación
FUENTE: Instituto Nacional de Vías. El Sistema de Concesión de Carreteras en Colombia

(CONPES 2691, 1994, citado por Muñoz, 2002, p. 23)

Como hecho particular desde estos proyectos en relación con los anteriores, es que se

> introdujo el criterio de gradualidad: la ejecución de la inversión según el comportamiento de la demanda de tráfico. Lo que se buscó en esta generación fue no sobredimensionar la infraestructura vial, o sea, no desarrollar corredores viales que, por su capacidad y características, excedieran la demanda de tráfico, sino que se adaptaran progresivamente al incremento de esa demanda. En este contexto surgió la noción de alcances progresivos. (Fajardo, 2019, p. 72)

Desde aquí se perciben intereses direccionados hacia un proceso de ejecución gradual y pensado para mitigar consecuencias ya identificadas en los dos corredores anteriores. A saber, fallas relacionadas con la cantidad y peso de vehículos que transitaron por las mismas, esto quiere decir que la llegada de medios de transporte de carga más grandes significaba más carga a la vía y por lo tanto mayor deterioro de la misma. ¨Por este motivo, el objetivo principal de las concesiones de tercera generación fue implementar el criterio de gradualidad. Lo que se buscó en esta generación fue no sobredimensionar la infraestructura vial, es decir no desarrollar corredores viales que por su capacidad y características excedieran la demanda de tráfico, sino que se adaptaran progresivamente al incremento de esa demanda en este punto los alcances de los proyectos se dividieron en dos fases:

Sobre esta generación se puede reconocer que el país empieza a preocuparse no sólo por los resultados viales sino por dar continuidad y estandarizar como objetivo primordial la construcción de proyectos sostenibles, en este punto se crea una nueva entidad adscrita al ministerio de transporte llamada INCO y con ella el concepto de corredor vial. Esta es una idea más global de lo que se conocía como proyecto de vías pues estructura todos los alcances y los diferentes actores que intervienen en el desarrollo de una obra integral. Se dio paso a la integración de organismos reguladores del medio ambiente, gobierno, comunidades aledañas al proyecto y entidad ejecutora de la obra; de manera

articulada que reconoció aspectos socioculturales y el impacto tanto positivo como negativo que los corredores viales. Como avance se reconoció la importancia de las firmas de consultoría especializadas que intervinieron en la fase inicial de los proyectos con el fin de establecer las variables presentadas desde todos los puntos de vista indicados con el fin de brindar mejoras en los niveles de servicio, integración con las comunidades y seguridad vial.

Por último, se puede apreciar que otra característica de los proyectos de tercera generación es la elaboración de estudios de costos más especializados lo cual ayudó a determinar de manera más acertada el valor del mantenimiento y operación de los diferentes proyectos, de igual manera se establecieron políticas más estrictas con respecto a los estudios ambientales y se contemplaron tramites más eficientes de las licencias.

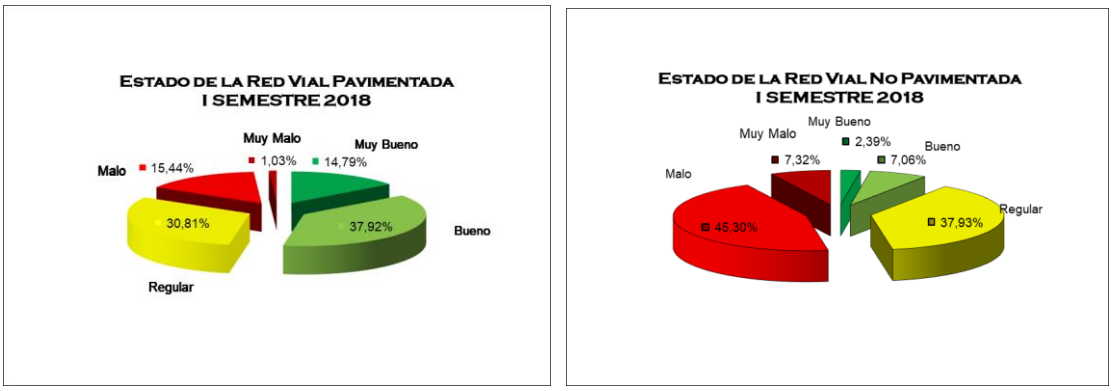
Cuarta generación de concesiones

La Cuarta generación de concesiones (2013- actualidad). Planteadas con el objetivo de fortalecer y mejorar la red de vías nacionales especialmente en las zonas portuarias y fronterizas del país, se constituyó aproximadamente de 40 proyectos los cuales tienen más de 1.379 km de dobles calzadas, 159 túneles y 1.300 viaductos, puentes, retornos y variantes, los cuales aportaran notablemente al desarrollo del país.

Es en este momento que las instituciones del estado realizan un balance con el fin de consolidar un nuevo modelo de estudios diseños y contratación mas enfocado en la atención integral de las vías y las comunidades que las rodean, así como la biodiversidad y el cuidado del medio ambiente, para esto se entra en el detalle del avance y estado actual de las vías del país.

Las siguientes gráficas muestran el estado de las vías pavimentadas y no pavimentadas para el año 2018 y primer semestre del 2019 según el INVIAS

Figura 3. Estado de la red vial primer semestre del 2018

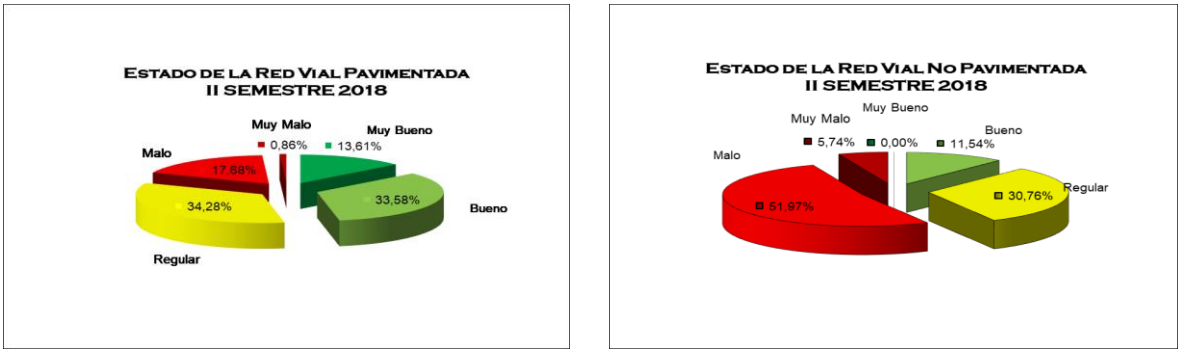


Fuente: Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2018) En esta gráfica se muestran los alcances en vías de 27 departamentos, a saber, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, N. De Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle, Ocaña, S. Andrés y Prov.

Desde esta gráfica se evidencia que para el primer semestre del año 2018, el 52.71% la red vial pavimentada en los 27 departamentos referenciados se encuentran en buen y muy buen estado; sin embargo, el 47.28%, se encuentran en regular, mal y muy mal estado, aspectos que por un lado, muestran que más de la mitad de las carreteas están en condiciones de aportar a la movilidad y el restante, reafirma la urgencia del país en relación con la consecución de acciones que logren mejores resultados y potenciar el desarrollo del mismo.

Frente a la red vial no pavimentada, el 9.45% se encuentra en buen y muy buen estado, mientras que, en regular, mal y muy mal estado existe un 90.55%. Referentes importantes para tener en cuenta en razón del desarrollo del país.

Figura 4. Estado de la red vial segundo semestre del 2018

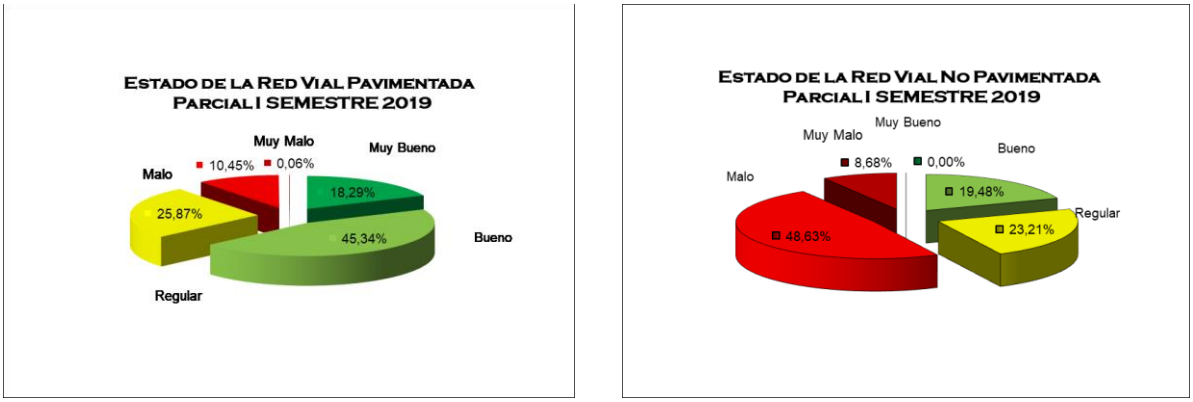


Fuente: Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2018) En esta gráfica se ilustran avances en desarrollo vial de los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, N. DE SANTANDER, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle, Ocaña y S. Andrés y Prov.

Para el segundo semestre del año 2018, los mismos 27 departamentos y frente a su red vial pavimentada dan cuenta de un 47.19% en buen y muy buen estado, esto, en relación con el primer semestre evidencia una disminución en los mismos del 5.52%, aspecto urgente de atender pues debería existir una tendencia a la mejora y no a la disminución de la calidad de las carreteras. Frente a los estados de regular, mal y muy mal, existe un 52.82%, que frente al 47.28% del primer semestre refiere diminución en la calidad de las mismas.

Frente a las vías no pavimentadas la situación se complejiza, dado que las vías en buen estado representan tan sólo el 11.54%, mientras que, en regular, mal y muy mal estado el 88.47%. Cifras que dejan en evidencia el nivel de desventaja de las poblaciones que hacen uso de estas y las implicaciones en razón del desarrollo en esferas ya enunciadas.

Figura 5. Estado de la red vial primer semestre del 2019



Fuente: Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2019) Para este caso la información da cuenta de los avances en vías en los departamentos del Meta, Nariño y Santander.

En aras de ampliar el panorama, para el primer semestre del año 2019, frente a vías pavimentadas y no pavimentadas, las primeras se encuentran en un 63.63% en buen y muy buen estado frente a un 19.48% en buen estado de las vías no pavimentadas; y desde estas últimas la situación se complica aún

más en tanto, un 80.52% refieren regular, mal y muy mal estado; mostrando de nuevo la dificultad de las poblaciones que deben hacer uso de estas.

En síntesis, estas gráficas, muestran que en promedio entre el año 2018 y el primer semestre del 2019, Colombia cuenta con más del 50% de sus vías pavimentadas en buen y muy buen estado, lo cual refiere que lo realizado hasta el momento muestra algunos avances importantes, pero que aún se necesita mejorar dichos porcentajes en razón de las implicaciones en el desarrollo del país, por supuesto sin olvidar la importancia del cuidado del medio ambiente o de gestionar acciones amigables con él, aspectos a desarrollar en el siguiente apartado.

Por último, las concesiones de tercera generación, 2002 - 2007, con una proyección de desarrollo vial de 4411 Kilómetros, desde las que "se acometió la evaluación y estructuración de proyectos de un modo que permitiese una evolución dinámica de las obras, teniendo en cuenta parámetros de nivel de servicio y operación" (INVIAS, 2008, p. 17). Desde los aspectos indicados sobre el desarrollo, evolución y gestión para el desarrollo vial en Colombia.

> Para los años 2014 a 2016, se planteó el desarrollo de concesiones viales de cuarta generación en aras de fortalecer la competitividad del país, ampliar las opciones de participación del sector privado y de los representantes del transporte en los proyectos, por medio de la participación de entidades públicas y privadas.

Desde la puesta de estas concesiones se evidencian progresos a nivel país, pues estas acciones propenden por el desarrollo del mismo en coherencia con las exigencias mundiales y la importancia de ir en la línea de aspectos como el desarrollo sostenible y otros particulares que refieren la atención de las necesidades de la población en lugares remotos, así como la reducción del tiempo en términos de movilidad y sus implicaciones en la economía del país.

En otra perspectiva, es importante no perder de vista el papel o implicaciones sobre el medio ambiente, pues hablar de desarrollo social, cultural, económico y político del país, es hablar de desarrollo sostenible, tal como se ha indicado en apartados anteriores.

Por tanto, al tener cuenta los avances en infraestructura vial, también se hace necesario reconocer aspectos relacionados con el impacto que tiene la construcción de dichas vías en el marco de lo ecosistémico, pues se ha evidenciado una "reducción de la biodiversidad especialmente disminuida por la deforestación […] más del 30% de la cobertura silvestre ha sido destruida; la degradación del suelo […] el desecamiento de las fuentes de agua, amén de los problemas de contaminación hídrica" (Castaño, 2004, p. 416).

Cuenta de esto, el proyecto de la autopista Panamericana – Panamá, realizado entre 1992 y 2000 se registró una pérdida importante en las provincias de Panamá y el Darién con una pérdida del 24% de sus bosques. Vale anotar que otros impactos derivados del desarrollo de carreteras están la reubicación de canales, obstrucción de humedales – en relación directa con inundaciones -, sumado a la erosión del terreno. (Quintero, s. f.)

Otro ejemplo, la carretera Santa Marta-Ciénaga-Barranquilla, entre 1950 y 1960, pues la interrupción del drenaje transversal terminó afectando los intercambios naturales de agua entre la Ciénaga Grande de Santa Marta y el Mar Caribe, lo cual impactó fuertemente el ecosistema de manglares causando su muerte sobre grandes extensiones, y, 20 años después la construcción de la carretera Barranquilla-Salamina, afectó los flujos de agua dulce del río Magdalena hacia la ciénaga; afectando peces, ostras y camarones, así como el poco manglar aún sobreviviente. (Mariño, 2007).

A estos ejemplos se suma, la vía de doble calzada que comunica a Bogotá con el Departamento del Meta – Villavicencio; y, a pesar de los aportes a la población en aspectos como mayor turismo, oportunidades de empleo, comunicación entre poblaciones cercanas, genera afectaciones en relación con la flora – afectación por la deforestación en especies nativas alterando el ecosistema, fauna – fragmentación, atropellamiento y movilización de diversas especies, suelo – cambios químicos, biológicos y deforestación, paisaje geomorfológico – cambios en el paisaje y calidad visual. (Tenorio y Riaño, 2020).

De otra parte, se suman a estas situaciones que los "conflictos entre las poblaciones locales y los proyectos viales tienen que ver con el cambio que se establece en el uso del suelo y, en algunos casos, el daño de la propiedad". (Castaño, 2004, p. 415), así como la alteración de los hábitats, en cuanto a flora y fauna, ahondando ciertas problemáticas sociales y ampliando las brechas ya existentes.

A partir de estos referentes, se hace evidente la importancia de reconocer que un proyecto no es una acción aislada e individual, al contrario, es un ejercicio de responsabilidad social que incluye no sólo la calidad de vida o el progreso económico de un país, sino el cuidado y preservación del ambiente, del entorno, en tanto cimiento de vida y continuidad de la misma, de las generaciones futuras y del mismo país.

Por lo cual, las apuestas propias del desarrollo sostenible apuntan a la promoción de "nuevas inversiones en infraestructuras sostenibles que permitirán a las ciudades ser más resistentes al cambio climático e impulsar el crecimiento económico y la estabilidad social" (CEPAL, 2018, p. 28). En síntesis, una estabilidad social incluyente que reconoce la diversidad y los entornos que la gestan.

El presente y futuro de los proyectos de infraestructura vial sostenibles en el país

Una vez realizado este recorrido por 116 años de historia y analizando los diferentes inconvenientes, percances y retos superados se evidencia que ha sido un camino caracterizado por la ejecución de proyectos que exigen de conocimientos particulares que se armonicen con las comunidades, el medio ambiente, la economía y el progreso del país. Ahora bien, aunque todavía falta camino por recorrer en la actualidad ya existen claros ejemplos de los esfuerzos del estado y sus entidades además de las innovaciones de muchos ingenieros civiles que presentan estrategias para reducir afectaciones al medio ambiente. A continuación, se dan algunos ejemplos en marchan y otros a futuro y atender a la reducción de contaminación propuesta para el 2030.

Iniciamos con las resoluciones y disposiciones plasmadas en los pliegos de concesiones y proyectos que existen actualmente con el fin de garantizar el respeto de derechos a las comunidades que

interactúan con un proyecto de infraestructura vial. ***Plan de Compensaciones Socioeconómicas*** desde la Resolución 545 de 2008, desde donde se indica mitigar los diferentes impactos socioeconómicos generados por causa de la ejecución de un proyecto. El ***Plan Social Básico (Psb).*** Plantea nuevas restructuraciones en los proyectos viales con la intención de avanzar hacia la obtención de otros integrales. Contempla programas de atención vecinal, de atención a la comunidad en general, programas de seguridad vial y mitigación de accidentes. ***Cambios de paradigmas en infraestructura vial y movilidad*** que se relacionan con la puesta en marcha de nuevas materias primas para la construcción de proyectos de infraestructura vial en función del aprovechamiento de recursos considerados anteriormente material de desecho y convirtiéndolos en materia prima para la construcción de vías en el país, tal es el siguiente caso:

Asfaltos con grano caucho reciclado GCR. A partir de estudios realizados en Bogotá por el instituto de desarrollo urbano IDU en el año 2005 relacionados con los posibles efectos en la utilización de asfaltos mezclados con compuestos resultantes de agregados y grano caucho reciclado de llantas se concluyó que no sólo era posible sino beneficioso para la durabilidad de las vías y por supuesto para reducir el gran impacto ambiental que las llantas usadas generan en el país pues en Colombia se desecha un promedio de 61 mil toneladas de llantas al año lo cual provee suficiente materia prima para establecer la industria de los asfaltos con GCR. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005)

Otra estrategia, está en manos de la ANI e INVIAS (2016) en tanto otorgan un puntaje adicional a toda empresa que se comprometa a incluir mezcla asfáltica con GCR en los proyectos viales esto con el fin de incentivar su uso, pero no es sólo por su innegable contribución al medio ambiente sino porque se ha demostrado que los asfaltos con GCR requieren entre un 20% a un 57% menos de mantenimiento, lo cual se traduce en el aprovechamiento de recursos desechados, reducción de material de desecho, vías más durables y carreteras que por su adherencia facilitan el transito vehicular y alargan la vida de las llantas de los vehículos.

Como se observa, es un círculo de aprovechamiento que beneficia al concesionario vial al no tener que realizar mantenimientos constantes pues la durabilidad de las llantas se alarga y finalmente al medio ambiente pues se reduce el desperdicio de llantas. Esto es una muestra de los avances en el diseño y desarrollo de la infraestructura vial en el marco de proyectos sustentables y amigables con el medio ambiente.

Otro ejemplo es el de los ***Vehículos eléctricos.*** A partir del año 2017 el gobierno colombiano ha venido implementando decretos que incentivan notablemente la importación de vehículos eléctrico y vehículos híbridos (combustible fósil y eléctrico). Se incluye además la ***Asociación Nacional de Movilidad sostenible,*** que aporta a los avances obtenidos en el país por cuenta de la entrada de vehículos eléctrico e híbridos cabe destacar la participación activa de la Asociación nacional de movilidad sostenible – ANDEMOS, y que desde 1974 trabaja con el fin de unir a los importadores de vehículos del país con el fin de crear un frente común que les permita mejorar las condiciones de ingreso al país de vehículos que promuevan la movilidad sostenible.

De otra parte, se encuentran las ***Ciclorrutas y carriles de tránsito temporal de bicicletas,*** que se han ampliado desde 1995 dado que para ese año contaban con 20 km de desarrollo y gracias a planes de restructuración de Bogotá en sus diferentes administraciones a la fecha ya alcanza 403 km de extensión.

Como se puede apreciar los proyectos impulsados por administraciones estatales, gubernamentales y distritales no han sido pocos y se han encaminado a la labor de promover la movilidad responsable desde varios frentes con el objetivo común de bajar los índices de contaminación y lograr que la huella de carbono emitida por el país cada día sea menor.

Proyectos de infraestructura vial sostenible en la actualidad.

De cara a las actuales exigencias y posibles situaciones futuras ahora se citan algunos proyectos de movilidad sostenible, a saber, el *corredor verde por la carrera séptima*, referido como la primera vía 100% amigable con el medio ambiente por medio de corredores, uso de vehículos 100% eléctricos, la ampliación del uso del grano caucho en la aplicación de asfaltos, 24 kilómetros de ciclo rutas, sistemas

de irrigación y drenajes sostenible, plantación de árboles que mejores el paisaje y el aire de los residentes y peatones etc.

A este se suman las *políticas del fomento del uso de bicicletas por la agencia nacional de seguridad vial (ansv).* Direccionada hacia el uso diario de la bicicleta como sistema de movilidad integral que permita la reducción de la huella de carbono, y en épocas como esta en la cual la pandemia del covid 19 nos aqueja se pueda convertir en una solución adecuada para transportarse de manera sana y segura, en suma, el fin está en incentivar y educar a la población hacia el uso de transportes limpios en el país.

Por último, y en relación con la infraestructura vial puntualmente las apuestas están en las *innovaciones en las vías 4g en materia de movilidad sostenible***,** en tanto le apuestan al uso de tecnologías que permitan una construcción más amigable con el medio ambiente lo cual permite procesos más tecnificados desde un mejor uso los recursos. Esto deriva en construcciones con menos desperdicio, más eficientes y sobre todo con menos impacto ambiental, algunos de los ejemplos de construcciones amigables en las vías 4g son las *planta de prefabricados, el uso de bioingeniería en los proyectos viales y túneles ecológicos*

Conclusiones

Cuando se habla de contaminación y movilidad la mayoría de las personas tiene la percepción de que en no ha realizado ningún tipo de proyecto para lograr atender a ambos, la contaminación y la movilidad – desarrollo vial- sin embargo, y fruto de este ejercicio de consulta y reflexión se pueden indicar las siguientes conclusiones.

- Colombia ha iniciado un camino bien estructurado hacia un cambio de paradigma en cuanto a materia de movilidad sostenible.
- Ya existen leyes que fijan pautas claras acerca de los beneficios de encaminarse hacia la movilidad sostenible.

- Ya se han implementado proyectos de infraestructura vial utilizando técnicas de construcción amigables con el ambiente.
- Se están dando pasos importantes en la implementación de flotas de transporte masivo de pasajeros hibridas y eléctricas.
- Existen beneficios tributarios para la importación y compra de vehículos eléctricos.
- El cambio de conciencia en cuanto a materia de movilidad sostenible ya se está dando y las nuevas generaciones ya establecen este concepto como parte de sus prioridades a corto y mediano plazo.
- El país ofrece alternativas de movilidad como las ciclorrutas las cuales promueven mecanismos de movilidad sostenible alternativas.

El desarrollo de este trabajo fue una oportunidad de profundización en relación con las el concepto y apuestas del desarrollo sostenible de manera articulada a la ingeniería civil y la importancia de gestar caminos formativos y de crecimiento tanto disciplinar como de acción social. Sumado, la identificación de debilidades en los procesos de construcción, también se convierten en referente de aprendizaje, aunado al trasegar de la ingeniería y el avance de proyectos viales más amigables y sostenibles. Conocer estas nuevas técnicas de construcción se convierten en además en una oportunidad para encaminar esfuerzos futuros en la tecnificación de conocimientos en miras de estar a la par con el desarrollo de obras en el país y así visualizar al ingeniero civil como un profesional competente y respetuoso del medio ambiente. Cada ejemplo práctico consultado permitió comparar la construcción tradicional con las nuevas formas de realizar proyectos desde la optimización de recursos, de ahí la importancia de educar – formar a los ingenieros civiles en apuestas como las que plantea el desarrollo sostenible por su perspectiva integral – disciplinaria de la ingeniería, el reconocimiento de la esfera socia, la esfera medioambiental, y el futuro de estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Instituto de desarrollo urbano. (2005) segunda fase del estudio de las mejoras Mecánicas de mezclas asfálticas con desechos de Llantas – pista de prueba. https://www.idu.gov.co/web/content/7461/mejoras_mecanicas_mezclas_asfalticas

Acosta, O., Rozas, P. y Silva, A. (2008) Desarrollo vial e impacto fiscal del sistema de concesiones en Colombia. Chile. Organización de las Naciones Unidas-CEPAL.

Agencia nacional de infraestructuras – ANI (2021) Quiénes somos. https://www.ani.gov.co/informacion-de-la-ani/quienes-somos

Aguilera, M. (2011) Documentos de trabajo sobre sobre economía regional. Banco de la República. Centro de estudios económicos Regionales (CERR) – Cartagena. N. 144. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-144.pdf

Alaña, T., Capa, L., y Sotomayor, J. (2017). Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las MIPYMES del Ecuador. Universidad y Sociedad [seriada en línea], 9 (1), pp. 91-99. Recuperado de http://rus.ucf.edu.cu/

Amar, Abello y Tirado, (2004) *Desarrollo infantil y construcción del mundo social*. Ediciones Uninorte. Barranquilla, Colombia.

Angulo, N. (2010). Pobreza, medio ambiente y desarrollo sostenible. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences,* 26(2). Recuperado de

Atehortúa, A. (2020, 27 de mayo). Marco normativo de la construcción sostenible en Colombia [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=e8bHxFthSqw

Bedoya, C. (2010) Amartya Sen y el desarrollo humano. *Revista Nacional de Investigación*. Memorias Volumen 8, Número 13 / enero-junio. pp. 277-288. https://bit.ly/39kO98F

Berger, P., y Luckman, T. (1978). *La construcción social de la realidad.* Buenos Aires: Amorrortu

Bonilla, R., Corredor, C., Giraldo, C., González, J., Machado, A., Muñoz, M., Romero, R., y Zerda, A. (1994) Comentarios al salto social. Profesores Facultad de Ciencias Económicas. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4935054.pdf

Cardona, V. (2019) [Trabajo de grado presentado para optar al título de Historiadora] De troncales, carreteras y caminos: arterias que propiciaron la integración territorial y el desarrollo económico de Colombia, 1930-194. Universidad de Antioquia. https://bit.ly/3zGKhw2

Castaño, C. (2004) Vías, bosques y conflicto social en Colombia. En: *Guerra, sociedad y medio ambiente.* Foro Nacional Ambiental. Colombia.

Cejudo, R. (2006) Desarrollo humano y capacidades. Aplicaciones de la teoría de las capacidades de Amartya Sen a la educación. *Revista española de pedagogía año LXIV, n.º 234, mayo-agosto,* 365-380. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2083128

Conferencia de las partes – COP (2019) COP25 Chile. Cumbre Anual - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). https://cop25.mma.gob.cl/que-es-la-cop/

Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES (1999) Programa de concesiones viales 1998 – 2000. Tercera generación de concesiones. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/CONPES/Econ%C3%B3micos/3045.pdf

Fajardo, S. (2019) Las concesiones de infraestructura como negocios financieros: el valor jurídico de los modelos financieros preparados para su celebración. *Revista digital de Derecho Administrativo*. N.º 22. Pp. 61-96. https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/Deradm/article/view/6035

Gallopín, G. (2003) *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: Cepal, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, N.° 64.

Gudynas, E. (2010) Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía. En: Otra Economía - Volumen IV - Nº. 6 – 1er Semestre. Recuperado el 10 de julio. www.riless.org/otraeconomia.

Ibáñez-Martín, J y Fuentes, J., (2017) Educación y capacidades: hacia un nuevo enfoque del desarrollo humano. Editorial Dykinson. Madrid.

Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2018a) Estado de la red vial. Criterio técnico primer semestre de 2018. Recuperado de https://bit.ly/2U8XRru

INVIAS (2018b) Estado de la red vial. Criterio técnico segundo semestre de 2018. Recuperado de https://bit.ly/3gGHr2C

- INVIAS (2019) Estado de la red vial. Criterio técnico primer semestre de 2019. Recuperado de https://bit.ly/3wJBdEz
- INVIAS (2021) Objetivos y funciones. https://bit.ly/3wHv8sn
- Jaramillo, L. (2004) El estado de la infraestructura en Colombia frente al reto de la globalización. Poliantea, Vol. 1, No. 2, https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4784634

Ley 80 de 1993. Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html

Ley 88 de 1931 (23 de julio de 1931) Congreso de Colombia. http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1630074

López, W., Roa, D., Roa, M., Correa, A., Pérez, C., y Pineda, C. (2016) El rol de la filiación política en las creencias y discursos legitimadores de la corrupción. En: *Psychosocial Intervention* 25. pp. 179–186. http://dx.doi.org/10.1016/j.psi.2016.07.001

Mariño, J. (2007) Reflexiones sobre el papel de la Ingeniería Civil en la evolución del medio ambiente en Colombia. *Revista de ingeniería*. No. 26. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a9.pdf

Maslow, A. (1991) *Motivación y personalidad*. Ediciones Diaz de Santos S. A. Madrid, España.

Melo, J., Villa, L., Naranjo, A., Zenteno, M. (2015) Empresas y Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una guía para empezar. Publicación del Taller de Pensamiento y Acción INNOVE S.A.S. Medellín, Colombia.

Mosquera, M. (s. f.) Análisis de la gestión ambiental en las vías 4G en construcción en Colombia. ONTARE- Facultad de Ingeniería-Universidad EAN. Vol. 4 No.1. Enero-Junio. pp. 31-66.

Mulder, K. (2007) *Desarrollo sostenible para ingenieros.* Ediciones UPC. Barcelona.

Muñoz, W. (2002) concesiones viales en Colombia. Historia y desarrollo. Tecnura: Vol. 4 Núm. 8. https://bit.ly/3iQIyOD

Naciones Unidas – CEPAL (2002) Experiencias y metodología de la investigación participativa. Publicación de la Naciones Unidas. Santiago de Chile.

Organización para la organización y el desarrollo económicos - OCDE (2019) Perspectivas económicas de América Latina. Desarrollo en transición. Paris. https://www.oecd.org/dev/americas/Overview_SP-Leo-2019.pdf

Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2017) Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible Objetivos de aprendizaje. UNESCO. Francia, París. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423

Pérez, M. (2012) Conceptualización sobre el Desarrollo Sostenible: operacionalización del concepto para Colombia. Punto de vista. V. III. No. 5. pp. 139 – 158.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PUND (2016) Panorama general Informe sobre Desarrollo Humano 2016. Desarrollo humano para todos. http://hdr.undp.org/sites/default/files/HDR2016_SP_Overview_Web.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (2005) *Informe Sobre Desarrollo Humano*. México.

_ PNUD (2004) informe sobre desarrollo humano. La libertad cultural en el mundo diverso de hoy. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2004_es.pdf

_ PNUD – CEPAL (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de desarrollo sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe. https://getupandgoals.es/espana-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Quinche, C. (2011) El Quinquenio de Rafael Reyes y la transformación del mapa político-administrativo colombiano. Vol. 38. Núm. 1. https://bit.ly/2UhMEoJ

Quintero, J. (S. F.) *Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables.* Latin American Conservation Council. https://bit.ly/38FQX0l

Rodríguez, F. y Fernández, G. (2010) Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción* Vol. 25 No 2. https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v25n2/art01.pdf

Sen, A. (2000) *Desarrollo y libertad.* Editorial Planeta Mexicana S. A., México.

Tenorio, I., y Riaño, F. Criterios de Implementación ISO 14000:2015 - Caso Estudio Sector Infraestructura. Vial (Doble Calzada Bogotá-Villavicencio. https://bit.ly/3e4oYIB

Vergara, C. y Ortiz, D. (2016) Desarrollo sostenible: enfoques desde las ciencias económicas. *Apuntes del CENES*. Volumen 35 - Nº. 62. julio-diciembre. P. 15-52. http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v35n62/v35n62a02.pdf

World Economic Forum (6 de abril de 2017) ¿Qué países están logrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU con más rapidez? https://bit.ly/3eZL0xz