



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Evaluación del grado de eficiencia relativa de los recursos comprometidos por el
Gobierno nacional para las APP de iniciativa pública de la 4G de concesiones viales en
Colombia adjudicados entre 2014 y el 2017**

KELY JHOJANNA MARTIN ALVARADO

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá, Colombia

2023

**Evaluación del grado de eficiencia relativa de los recursos comprometidos por el
Gobierno nacional para las APP de iniciativa pública de la 4G de concesiones viales en
Colombia adjudicados entre 2014 y el 2017**

Trabajo final como requisito parcial para optar por el título de:

Magister en Contabilidad y Finanzas

Línea de Profundización:

Finanzas

Autor:

Kely Jhojanna Martín Alvarado

Director:

Víctor Mauricio Castañeda Rodríguez, Ph. D. en Ciencias Económicas

Profesor Asociado Facultad de Ciencias Económicas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá, Colombia

2023

RESUMEN

**Evaluación del grado de eficiencia relativa de los recursos comprometidos
por el Gobierno nacional para las APP de iniciativa pública de la 4G de concesiones viales
en Colombia adjudicados entre 2014 y el 2017**

El presente trabajo busca determinar el grado de eficiencia relativa de los recursos invertidos por el Gobierno nacional en el programa de las APP de la Cuarta Generación (4G) de concesiones viales en Colombia, adjudicadas entre los años 2014 y 2017, con base en la información disponible de la estructuración de los proyectos. Para el logro del objetivo descrito, el presente documento se desarrolla a partir de la caracterización del problema, la narrativa de la experiencia tanto nacional como internacional de las APP, la evaluación de eficiencia a partir de los resultados a nivel técnico de los proyectos versus los recursos invertidos a través de la aplicación de la metodología DEA y por último, el establecimiento de una línea base en términos de tiempo, alcance y costos promedios con base en los recursos comprometidos en los proyectos APP de iniciativa pública de la 4G de concesiones viales en Colombia.

Palabras Clave: Asociaciones Público-Privadas APP, Project Finance -PF, Programa 4G, Concesiones Viales, kilómetros, Iniciativa Pública, Metodología DEA, DMU.

ABSTRACT

**Relative efficiency degree assessment of the invested resources
by the national Government in the public initiative PPP projects of the 4G road concessions
in Colombia awarded between 2014 and 2017**

This work seeks to determine the relative efficiency degree of the invested resources by the Colombian national Government in the PPP program of the Fourth Generation (4G) of road concessions, awarded between 2014 and 2017, based on the information available of the structured projects. In order to achieve the described objective, this document develop the characterization of the problem, the narrative of the national and international experience of the PPPs projects, the efficiency evaluation based on the technical level results of the projects versus the invested resources in through the application of the DEA methodology and finally, the establishment of a baseline in terms of time, scope and average costs based on the resources committed in the PPPs projects of public initiative of the 4G of the road concessions in Colombia.

Keywords: Public-Private Partnerships PPP, Project Finance -PF, 4G Program, Road Concessions, kilometers, Public Initiative, DEA Methodology, DMU.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
1.1 Planteamiento del Problema	9
1.2 Pregunta de Investigación.....	10
1.3 Justificación del Estudio.....	11
1.4 Objetivos de la Investigación	12
1.4.1 Objetivo General.....	12
1.4.2 Objetivos Específicos.....	13
1.5 Modalidad de Trabajo.....	13
2. EXPERIENCIA NACIONAL E INTERNACIONAL DE LAS APP.....	14
2.1 Evolución del Esquema APP	14
2.1.1 Contextualización.....	14
2.1.2 Orígenes, evolución y principales referentes en el mundo de las APP.....	15
2.2 Las APP en Colombia bajo el modelo de Concesión	18
2.2.1 Antecedentes	18
2.2.2 El Modelo de Concesión.....	19
2.2.3 Evaluaciones y Resultados del Modelo de Concesión	21
2.3 Evolución del Esquema APP en Colombia.....	23
2.3.1 Proyectos APP de la Cuarta Generación de Concesiones	28
2.3.2 Proyectos APP de la Quinta Generación de Concesiones.....	31
3. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS PROYECTOS APP DE INICIATIVA PÚBLICA DE LA 4G DE CONCESIONES VIALES	32
3.1 Metodología DEA	32
3.1.1 Modelos Paramétricos	32
3.1.2 Modelos No Paramétricos	32
3.1.3 Caracterización de los modelos DEA.....	33
3.1.4 Estructura del Modelo DEA.....	35
3.1.5 Eficiencia relativa	36
3.1.6 Tipología de los Rendimientos a Escala	37
3.1.7 Orientación del Modelo.....	37
3.2 Entradas del Modelo de Eficiencia Relativa para Proyectos APP de 4G de Iniciativa Pública	38
3.2.1 Vigencias Futuras o Aportes ANI.....	38
3.2.2 Ingresos de Peaje	38
3.3 Salidas del Modelo de Eficiencia Relativa para Proyectos APP de 4G de Iniciativa Pública	38

3.3.1	Tipos de Intervención.....	39
3.3.2	Tipos de Vía.....	39
3.4	Resultados de Eficiencia Relativa.....	39
3.4.1	Resultados de Eficiencia Técnica orientado a las Salidas.....	40
4.	LÍNEA BASE PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS APP DE LA 4G DE CONCESIONES VIALES ...	43
4.1	Definición	43
4.1.1	Determinación de línea base para los proyectos APP de 4G.....	43
4.2	Línea base de Tiempo	44
4.3	Línea base de Alcance	45
4.4	Línea Base de Costo	48
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
6.	REFERENCIAS.....	53
7.	ANEXOS	57
	Anexo A. Requisitos para la evaluación Exante de un proyecto APP	57
	Anexo B. Esquema de la transacción APP.....	58
	Anexo C. Definiciones Técnicas	58
	C.1 Obras de Construcción.....	58
	C.2 Obras de Mejoramiento.....	59
	C.3 Obras de Rehabilitación	59
	C.4 Actividades de Operación y Mantenimiento	59
	C.5 Vía a Cielo abierto	60
	C.6 Túneles	60
	C.7 Puentes y Viaductos	61
	Anexo D. Ejemplo de información disponible en el Cuarto de Datos ANI para un proyecto de la 4G de Concesiones Viales	61
	Anexo E. ANIscopio Portal de Seguimiento ANI	62
	Anexo F. Seguimiento Línea base de tiempo	63

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo plantea una pregunta de investigación relacionada con la determinación del grado de eficiencia relativa de los recursos públicos invertidos por el Gobierno nacional en los proyectos APP de la 4G de concesiones viales de iniciativa pública, con respecto a los resultados esperados en términos de kilómetros por tipo de vía y por tipo de intervención exigidos en los contratos firmados entre el 2014 y el 2017.

Para el desarrollo de la respuesta a la pregunta de investigación planteada, el presente documento se divide en cinco capítulos principales. El primero hace referencia a la justificación del trabajo a desarrollar. El segundo establece el contexto del tema y suministra el resultado de experiencias existentes a partir de la revisión documental tanto a nivel nacional como internacional. El tercero introduce las condiciones para una evaluación de eficiencia relativa de los recursos públicos invertidos en los proyectos APP a ser evaluados y establece relaciones de eficiencia a partir de la metodología DEA. El cuarto define la línea base para la medición a futuro de los proyectos con base en los resultados obtenidos en el capítulo tres, en términos de tiempo, alcance y costo. En el quinto se encuentran las conclusiones y recomendaciones resultado del trabajo realizado. Por otro lado, en la última parte del documento se relaciona la bibliografía consultada y se encuentran los anexos y aspectos relacionados con el desarrollado del tema.

En forma detallada en el primer capítulo se presenta el interrogante a partir del cual se plantea el problema. Se establece la justificación de la importancia de desarrollar este tema como investigación académica y se formulan los objetivos, tanto general como específicos, que se pretenden lograr al final de la investigación. De igual forma se realiza una breve descripción de la modalidad de trabajo.

En el capítulo dos se describe la experiencia APP en Colombia y se describen algunos casos de la evolución del esquema a nivel internacional. El capítulo inicia con un contexto a partir de los orígenes de las concesiones de infraestructura en Colombia, la introducción de las APP en el país, el desarrollo de su marco legal, los pasos del proceso de estructuración y los requisitos y avales exigidos y presenta el listado de proyectos correspondientes a cada una de las generaciones de proyectos viales existentes en Colombia.

En el capítulo tres se evalúa la eficiencia de los proyectos APP de 4G a partir de la metodología DEA. El capítulo inicia con la descripción general de la metodología, su utilidad y caracterización de los modelos DEA, así como los aspectos clave de su aplicación. Seguidamente se presenta el esquema

general del modelo de eficiencia técnica con sus variables de entrada y salida. Luego de la descripción de las variables y otros conceptos relevantes para en la aplicación de la metodología, se desarrolló la ejecución de varios modelos con ayuda del software STATA. Finalmente, se presentan los resultados del modelo seleccionado, que permitió estimar el nivel de eficiencia relativa de los proyectos 4G. El modelo DEA de eficiencia técnica seleccionado permitió emitir resultados generales acerca de los proyectos con similares características, lo que contribuyó a identificar cuáles de ellos presentan una mayor eficiencia relativa.

Por último, en el capítulo cuatro, gracias a la información obtenida a lo largo de la investigación y producto de los resultados del capítulo tres, fue posible establecer una línea base general en términos de tiempo y de costo para los proyectos APP de 4G y una línea base particular para cada uno de los proyectos del programa en términos del alcance por tipo de intervención y tipos de vía. Lo anterior, con el fin de establecer referencias sobre los tipos de intervención que permitan establecer brechas frente a resultados de evaluaciones futuras con respecto a los mismos estándares para cada proyecto.

Finalmente, se presentan las conclusiones producto del trabajo realizado y las recomendaciones para futuras investigaciones y/o evaluaciones que decidan realizarse para el programa de las 4G de concesiones viales.

1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Esta investigación busca determinar el grado de eficiencia relativa de los recursos autorizados por el Gobierno nacional para la realización de proyectos de infraestructura del Programa de la 4G de Concesiones Viales, que pretenden generar el mayor beneficio neto materializado en términos de kilómetros de carretera construida, mejorada, rehabilitada y operada y mantenida. Esto es importante para establecer recomendaciones acerca de los espacios de optimización de los recursos que pueden existir en futuras estructuraciones de proyectos viales en Colombia y para definir líneas base de medición futura sobre los resultados en términos de tiempo, alcance y costo para el mismo programa.

Los proyectos de infraestructura son evaluados en su etapa de factibilidad por el Departamento Nacional de Planeación -DNP y su objetivo principal es garantizar que aquellos en los que se invierten los recursos de la Nación generen un beneficio económico para la sociedad¹. Sin embargo, aunque se verifica la obtención de rentabilidad social, no necesariamente se verifica la comparación de los recursos invertidos versus sus resultados esperados, en sí mismos, ni frente a otros proyectos.

Los proyectos que surten la etapa de estructuración y llegan a feliz término con la firma del contrato, cuentan con los respectivos avales de condiciones financieras y de asignación de riesgos por parte del Ministerio de Hacienda y Crédito Público -MHCP. Sin embargo, se prevé que para el final de la ejecución (construcción más operación y mantenimiento) de la totalidad de los proyectos (año 2040 aproximadamente), se terminarán invirtiendo recursos adicionales, vía la asunción de riesgos a cargo de la Nación, en caso de que se presente la materialización de riesgos durante la ejecución de los contratos o de que se presenten adiciones en dinero o en tiempo a futuro, en cuyo caso dichas modificaciones deberán contar con la aprobaciones y justificaciones respectivas por parte del Estado por tratarse de inversiones adicionales de recursos públicos.

En otros términos, hasta el momento, no se cuenta con más herramientas (además de las aprobaciones de justificación y viabilidad actual que se desarrollan en el apartado 2.3 y de estudios de

¹ Entendida como proyectos que luego de realizada su Evaluación Socioeconómica obtienen como resultado una Relación Beneficio-Costo mayor a 1. La relación beneficio-costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad. Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social. Tomado de: www.pymesfuturo.com.

evaluación particulares) que permitan evaluar el grado de eficiencia relativa de los recursos públicos invertidos en las grandes obras de infraestructura del país. Ni tampoco se cuenta con una línea base, para la estructuración eficiente de futuros proyectos del mismo tipo a partir de la comparación contra los resultados obtenidos por los proyectos 4G, luego de finalizadas cada una de sus etapas.

El presente estudio pretende desarrollar un análisis comparativo de la asignación de los recursos aprobados (vigencias futuras APP e ingresos de peajes), para la realización de cada proyecto de iniciativa pública de Programa APP de 4G, versus los resultados que se ha comprometido a entregar el privado como producto de la materialización de dicha inversión a través de la ejecución de cada contrato APP en términos de kilómetros de vía nueva (construcción) o mejorada (rehabilitada o ampliada en términos de Ley 105 de 1993²) y en kilómetros de vía operada y mantenida con los debidos estándares de calidad y niveles de servicio establecidos para el programa y para los diferentes tipos de vía: a cielo abierto, túneles y puentes y viaductos. Esto se hace a través de la aplicación de la metodología DEA y con base en la información pública de los proyectos APP de 4G (los datos de entradas y salidas de la estructuración del programa de las 4G).

1.2 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el grado de eficiencia relativa alcanzado con la asignación de recursos realizada (en términos de vigencias futuras e ingresos de peaje) de acuerdo con la estructuración de los proyectos de iniciativa pública y las exigencias contractuales (en términos de obra construida, operada y mantenida) establecidas para la 4G de concesiones viales en Colombia adjudicados entre 2014 y 2017?

En términos generales, se busca determinar, con la información de la etapa de estructuración de los proyectos, si dicha asignación de recursos realizada fue relativamente mejor frente a los resultados esperados plasmados en los contratos de Concesión como obligaciones, o si se hubiera podido obtener un mejor grado de eficiencia relativa en términos de obligaciones del Concesionario (agente privado), en cuanto a cantidades construidas, operadas y mantenidas de vías, a cambio de los mismos recursos comprometidos por la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI (agente público), en términos de vigencias futuras aprobadas e ingresos de peaje como fuente de retribución por las obras y actividades a realizar. Lo anterior se logra a través de unidades que puedan ser comparables para cada proyecto, aunque no necesariamente idénticas.

² Ley 105 de 1993. "Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones."

Adicionalmente, hasta el momento no existen evaluaciones de este estilo, que permitan identificar eficiencia relativa entre los recursos invertidos y los resultados obtenidos para proyectos adjudicados bajo el mismo esquema, que permitan establecer a futuro si es posible exigir en contratos de este tipo un mejor resultado por parte del agente privado. Así mismo, cabe mencionar que, al momento de la presentación de la propuesta de trabajo, tampoco existe una línea base que permita realizar comparaciones de resultados logrados en otras etapas de los proyectos del mismo programa.

1.3 Justificación del Estudio

En Colombia, a partir de la publicación de la Ley 1508 de 2012³, el Gobierno nacional comenzó a invertir en proyectos de infraestructura vial a través de esquemas de Asociación Público-Privada -APP, esto se denominó como el Programa de la 4G de Concesiones Viales, en el marco de los lineamientos establecidos por el Consejo Superior de Política Económica y Social -CONPES a través del Documento Conpes 3760⁴ (2013). A pesar de que se han realizado gran variedad de proyectos a nivel mundial bajo este esquema, el cual pretende reducir la brecha tanto en infraestructura pública de transporte, como en infraestructura social y de saneamiento básico entre otros, a través de esquemas de Project Finance - PF⁵, con la utilización de recursos de capital privado, han sido pocas o nulas las evaluaciones realizadas que permitan asociar los resultados esperados y los recursos invertidos bajo el esquema propuesto originalmente por los británicos y adaptado a Colombia a través de la Ley 1508 de 2012.

Las evaluaciones realizadas por el Gobierno colombiano se limitan al análisis ex ante (Ver Anexo A) de los proyectos de acuerdo con las necesidades de cada uno, al Valor por Dinero -VpD⁶ generado en términos de la comparación con el esquema de obra pública tradicional y a los beneficios generados en términos económicos para la sociedad a través de los estudios de Costo-Beneficio, sin entrar a desarrollar una línea base que permita a futuro realizar un análisis expost, acerca de los resultados

³ Ley 1508 de 2012: "Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público-Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones"

⁴ Conpes 3760 de 2013: "Proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público-Privadas: Cuarta Generación de Concesiones viales".

⁵ Según el BIS (2004) la financiación de proyectos Project-Finance es definida como "(...) un método de financiación en el que el prestamista atiende principalmente a las rentas generadas por un único proyecto como fuente del reembolso y de respaldo de la posición. Este tipo de financiación se utiliza habitualmente para instalaciones grandes, complejas y costosas que podrían incluir, por ejemplo, centrales eléctricas, plantas químicas, minas, infraestructuras de transporte, medio ambiente y telecomunicaciones. La financiación de proyectos puede utilizarse para financiar la construcción de una nueva instalación productiva o para refinar una instalación ya existente, con o sin mejoras".

⁶ Valor por Dinero o VpD: Consiste en la determinación del valor agregado generado por los proyectos APP a través de la Metodología del cálculo del Comparador Público-Privado, el cual consiste en la comparación del resultado de realizar un mismo proyecto bajo el esquema de obra pública, comparado con la realizarlo bajo el esquema APP.

obtenidos y la cantidad de recursos invertidos, que permitan mejorar en la estructuración de futuros proyectos.

En este sentido, surge la necesidad de realizar un análisis sobre el grado de eficiencia relativo de la inversión realizada por el Gobierno nacional en proyectos de infraestructura diseñados bajo el mismo esquema, medida en términos de los recursos originalmente comprometidos para los proyectos del mismo Programa; a través de unidades comparables (pero no idénticas), provenientes de proyectos del mismo tipo con características similares y resultados esperados similares, medidos en términos de cantidades de obra construida, mejorada, operada y mantenida. Para esto se sugiere un Análisis Envoltante de Datos⁷ -DEA-, lo cual permitirá determinar cuáles de los 20 proyectos de la 4G de Concesiones Viales presentan una mayor eficiencia relativa.

Cabe aclarar, que el presente trabajo se desarrolla a partir de la información existente proveniente de la etapa de estructuración y adjudicación para el total de los 20 proyectos a evaluar del programa de 4G de iniciativa pública, ya que, al momento de la presentación de la propuesta de trabajo de grado, sólo 3 de los 20 proyectos habían finalizado su etapa de construcción y se encontraban en etapa de operación y mantenimiento. Por lo tanto, el alcance del presente documento no busca medir eficiencia relativa de los proyectos en ejecución. Adicionalmente, al no existir evaluaciones de este estilo, tampoco se encuentra establecida una línea base, para hacer la comparación entre proyectos en etapas futuras del programa, así como tampoco existen mediciones globales con base en estudios del programa, que permitan mejorar la estructuración de los proyectos de infraestructura vial a futuro en el país.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Determinar el grado de eficiencia relativa de los recursos comprometidos por el Gobierno nacional en los proyectos de iniciativa pública del programa de la 4G de Concesiones Viales en Colombia respecto a las exigencias contractuales del programa en términos de obra y actividades a realizar tomando como base la información de estructuración de los proyectos.

⁷ Análisis Envoltante de Datos o DEA (por sus siglas en inglés: Data Envelopment Analysis). Más adelante se justificará la aplicación de esta técnica.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- ✓ Identificar las experiencias existentes en Colombia y en el mundo con relación al funcionamiento del esquema de Asociaciones Público-Privadas como instrumento para la provisión de infraestructura vial a partir de la revisión documental y académica.
- ✓ Evaluar las unidades comparables (aunque no idénticas) con características homogéneas, en cuanto a su eficiencia relativa de asignación de recursos para los proyectos de Iniciativa Pública del Programa de la 4G, tomando como referencia los resultados de su etapa de estructuración.
- ✓ Establecer una línea base (en términos de recursos invertidos y obligaciones de obra) que pueda servir para desarrollo de futuras evaluaciones del Programa de los proyectos APP de la 4G de concesiones viales, luego de finalizadas las etapas posteriores de los proyectos, tales como la etapa constructiva y la etapa de operación y mantenimiento.

1.5 **Modalidad de Trabajo**

La modalidad a partir de la cual se pretende realizar el presente trabajo es la de Problema Disciplinar (UNAL-Acuerdo 084 de 2019). Lo anterior, toda vez que se busca presentar los resultados de un proceso de aplicación de conocimientos y habilidades en los campos de la contabilidad, el control y/o las finanzas, siguiendo métodos de investigación de las ciencias sociales, para llegar a conclusiones sobre una situación problemática concreta (cuál es el grado eficiencia relativa de los recursos invertidos en las APP de iniciativa pública) en el marco de un programa de proyectos (Programa de la 4G de Concesiones Viales en Colombia) de los cuales se pueden derivar varias unidades de análisis comparables aunque no idénticas, con respecto al tipo de intervención por kilómetro para la construcción, mejoramiento, rehabilitación y operación y mantenimiento de vía.

En este entendido, es posible afirmar que se trata de una evaluación expost a la etapa de estructuración, en la medida en que los recursos comprometidos por parte del Gobierno nacional son inamovibles luego de ser aprobados, de obligatorio cumplimiento y ejecución en la medida en que se trata de recursos de vigencias futuras y peajes aprobados con destinación específica para los próximos 25 años. Por su parte, a través del contrato APP, el inversionista privado se compromete a cumplir con las obligaciones de construcción de la infraestructura, puesta en marcha y cumplimiento de indicadores durante los mismos años que el público se compromete a pagar la remuneración (vigencias futuras e ingresos de peaje y contingencias en caso de que se presenten riesgos a cargo de la Nación).

2. EXPERIENCIA NACIONAL E INTERNACIONAL DE LAS APP

2.1 Evolución del Esquema APP

2.1.1 Contextualización

A nivel general en el mundo, las APPs funcionan relativamente de la misma forma y las cosas cambian dependiendo de las condiciones y la reglamentación de cada país. De igual forma ocurre con la definición del concepto de APPs o Asociaciones Público-Privadas, el cual es diferente dependiendo de las necesidades y la reglamentación disponible en cada nación. Su origen se da en Gran Bretaña hace más de treinta años con el desarrollo del modelo inglés PFI (Private Finance Initiative), aunque en el mundo existen grandes proyectos de infraestructura que cuentan con centenares de años y que involucran tanto la participación del sector público como del sector privado. Por su parte, en Colombia se han desarrollado proyectos bajo el modelo de concesión desde hace aproximadamente 30 años, mientras que bajo el esquema formal de APP desde hace 10, con la expedición de la Ley 1508 de 2012. Es preciso señalar que la concesión es una forma de APP.

Según Grimsey & Lewis (2005), la definición de APP corresponde al refinamiento del concepto del PFI o Iniciativa Privada de Financiación de proyectos, la cual surgió con la necesidad de emplear recursos del sector privado para la financiación de infraestructura de servicios que eran obligación del sector público proveer, lo anterior dadas las limitaciones de presupuesto público para el desarrollo de inversiones de gran envergadura. Es así como surgen las APP como un punto intermedio entre la inversión pública pura y las privatizaciones o inversiones realizadas cien por ciento por inversionistas privados.

El Banco Interamericano de Desarrollo -BID define la APP como:

Un contrato a largo plazo entre una parte privada y una entidad pública para brindar un activo o servicio público en el que la parte privada asume un riesgo importante y la responsabilidad de la gestión, y la remuneración está vinculada al desempeño. (BID-OVE, 2017)

Mientras tanto, en Colombia la Ley 1508 de 2012 define las APP en su artículo 1 así:

Las Asociaciones Público-Privadas son un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que

involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio.

2.1.2 Orígenes, evolución y principales referentes en el mundo de las APP

Aunque el origen de las APP se atribuye principalmente a los ingleses (Tantaleán Leong, 2016) con el desarrollo del modelo PFI, sus principios se circunscriben a las relaciones entre el sector público y el sector privado en el antiguo imperio Romano hace más de dos mil años, para el desarrollo de vías de transporte, así como para la construcción de puertos que eran administrados por agentes privados en periodos prologados de tiempo. Aunque estos procesos desaparecieron y reaparecieron a lo largo de la historia europea, se tiene referencia que en los siglos XII y XIII fue utilizado el modelo de concesión para construir fortalezas en Francia, entre otro tipo de infraestructura como puentes, represas y carreteras que eran pagadas por la comunidad. Posteriormente, durante los siglos XVI y XVII los estados soberanos europeos realizaron programas de concesión para la construcción de canales, pavimentación de carreteras y transporte público en general (World Bank, 2009) con base en un sistema contractual.

Posteriormente, durante el siglo XIX, la industrialización europea trajo consigo la construcción de vías férreas y la provisión de servicios de agua y saneamiento básico y energía, las cuales fueron provistas por la empresa privada ante la debilidad de las administraciones públicas. Más adelante, durante el siglo XX y como consecuencia de los efectos de las dos guerras mundiales se financió la construcción de infraestructura a través de sistemas públicos (World Bank, 2009), con poca intervención de capital privado a causa de la incertidumbre. Sin embargo, luego de los años 60s, comenzaron las dificultades de financiación pública, por lo que vuelve el auge de las concesiones en diferentes países.

Lozano et al. (2017) indican que el término APP se originó en EE.UU. con el surgimiento de contratos colaborativos entre el público y el privado para el financiamiento de programas de educación, obteniendo resultados positivos que luego se extendieron a la provisión de servicios públicos y al desarrollo de proyectos urbanos. Así, la experiencia estadounidense resulta ser diferente a la europea, pues en sus inicios, durante el siglo XIX, los canales y carreteras fueron construidos por inversionistas privados con recursos provenientes del comercio, mientras que a principios del siglo XX, la mayor parte de sus vías carretables y ferroviarias fueron construidas por el sector público a costa de impuestos. Posteriormente, entre los 80s y 90s se incrementó considerablemente la privatización y en los años 2000 proliferaron de programas APP (World Bank, 2009) como en el resto de América Latina. Sin embargo, fue el modelo británico el que se popularizó (Lozano et al., 2017), siendo exportado por los ingleses no

sólo al resto de Europa, sino a países como Australia y Canadá, países de Oriente Medio, África y en general a toda Latinoamérica.

Históricamente el Reino Unido ha contado con uno de los mercados APP más desarrollados del mundo, luego del modelo iniciado en 1992 con el objetivo de reducir el déficit público, surge en 1997 el modelo PFI, con el objeto de introducir el concepto del VpD respaldado en la asignación de riesgos entre el público y el privado. Los ingleses establecieron la clasificación de diversos tipos de APP con base en el grado de participación del privado, tal como se aprecia en la Ilustración 1, junto con el desarrollo de políticas por parte del Tesoro Británico, promoviendo las mejores prácticas a nivel internacional y la estandarización del modelo, el cual constituía la firma de contratos a largo plazo (entre 20 y 35 años), entre el público y el privado (EPEC, 2012), con una serie de obligaciones claramente distribuidas entre las partes.

Ilustración 1. Tipos de APP



Nota. La ilustración muestra las formas en que se puede desarrollar un proyecto APP desde el modelo completamente público de obra pública tradicional hasta la privatización. Fuente: World Bank, (2009).

Es así como hacia el 2010 Gran Bretaña contaba con la mayor cantidad de contratos APP firmados (890) en comparación con otros países y alrededor de 690 proyectos en operación, para la provisión de infraestructura y/o servicios, con una cifra de 68 billones de libras de capital invertido hasta dicha fecha (Partnerships UK, 2009), principalmente en proyectos de los sectores transporte, salud y educación.

Con el pasar de los años, el modelo PFI ha evolucionado en Gran Bretaña a la par con la institucionalidad, la reglamentación y la diversidad de opciones de financiación. De igual forma, ha tenido grandes proyectos altamente exitosos, así como grandes fracasos en los que los proyectos han tenido que ser renegociados o readquiridos por el sector público y en los que se ha gastado una cantidad importante de recursos en su retorno a la administración pública. Prueba de ello son los

proyectos de dos tercios del metro de Londres y el South London Healthcare para el funcionamiento de tres hospitales, el cual fue declarado en quiebra por el Gobierno británico.

El programa APP se fundamenta en la forma de financiación combinada entre el público y el privado para que los gobiernos alcancen sus objetivos de provisión y prestación de servicios a la comunidad sin aumentar su deuda, toda vez que las APP son catalogadas como inversión dentro del presupuesto de los gobiernos. Es por ello que actualmente, este es un modelo ampliamente utilizado alrededor del mundo y existen gran cantidad de experiencias tanto en países europeos como latinoamericanos y de otras latitudes. En todos ellos es posible identificar que la evolución de las APP ha sido similar a la del caso colombiano. La mayoría han comenzado a partir de un proceso incipiente con experiencias exitosas y otras que no lo son tanto, pero en general han cumplido con el objetivo del desarrollo de infraestructura con el apoyo de recursos privados acompañado ello de un proceso de evolución normativa al respecto. De hecho, la experiencia colombiana es una de las que ha presentado un alto grado desarrollo en corto tiempo, comparado con otros países de Latinoamérica.

También resultan relevantes experiencias de otros países como el caso chino, en los que el esquema cuenta con un alto grado de apoyo fiscal por parte del Gobierno. El caso español, en el que se desarrollan colaboraciones público-privadas desde 1845 y a pesar de su amplia experiencia aún continúa presentando fracasos (Estévez, 2018) e innovando en diversos sectores (La Moncloa, 2022). El caso canadiense, el cual cuenta con APPs autofinanciables y otras financiadas por el Estado basadas en la asunción del riesgo de demanda (English, 2006), donde se encuentran fracasos como el proyecto West Gate Tunnel, junto a otros casos de éxito como el plan Victoria (Hearsch, 2022).

Los países que han adoptado las APP y el modelo PFI inglés han buscado primordialmente el mejoramiento de la infraestructura vial y de transporte, pero el modelo ha terminado expandiéndose prontamente a todos los sectores de la economía tal como se puede evidenciar en *Infrascopes 2019* (Economist Impact, 2018). Tal es el caso de India, Japón (Kurihara, 2021), Filipinas (Robin C. Go, 2011), México (Lozano et al., 2017) y Rusia (Marquaire, 2020) entre muchos otros, aunque este último no ha seguido propiamente el modelo británico (Podgorny, 2019). Así mismo, es interesante el desarrollo de otro tipo de infraestructuras tales como la construcción de estadios en Brasil a través de este esquema (Queiroz et al., 2016).

No obstante, en todos los países existen detractores que buscan eliminar las APP porque resultan costosas para el Gobierno. Tal es el caso de países como Inglaterra, España, Argentina y

Canadá. Es por ello que en el caso canadiense (Siemiatycki, 2015), por ejemplo, existen varias agencias expertas en diversas regiones del país que buscan defender el esquema y seguir desarrollando proyectos con la financiación del sector privado, así ello siga significando un alto costo de deuda y capital para el público.

2.2 Las APP en Colombia bajo el modelo de Concesión

2.2.1 Antecedentes

Antes de los años 90s Colombia presentaba un marcado rezago en infraestructura de transporte. Fue sólo hasta después de la firma de la Constitución de 1991 y del diseño de Plan Maestro del Transporte (PMT) que surgió en Colombia la vinculación de capital privado para la construcción de obras de infraestructura a través del modelo de Concesión.

Durante el siglo XIX, los principales medios de transporte eran el fluvial y el ferroviario y fue sólo hasta mediados del siglo XX que se empezaron a construir las carreteras que conectaban al centro del país con los sitios de comercio más importantes. A pesar de que el Ministerio de Obras y Fomento, creado en 1905, era el encargado de satisfacer las necesidades del Estado frente a los temas de movilidad, es sólo hasta que se crea el Ministerio de Transporte (MT) y otras entidades de Gobierno que comienza formalmente el desarrollo de infraestructura en el país.

Con la Constitución de 1991 y la reestructuración del sector en cabeza del MT, se asignaron recursos del Presupuesto General de la Nación -PGN para el desarrollo y el mantenimiento de obras de infraestructura vial. Parte de dicho presupuesto era financiado por el impuesto (cada vez mayor) a la gasolina y por los peajes a causa del creciente tráfico automotor en el país. Sin embargo, tales recursos eran insuficientes para financiar los requerimientos crecientes de infraestructura vial (Alvear, 2008).

Con el PMT diseñado por el MT se da prioridad al modo carretero, estableciendo la necesidad de 81 proyectos para interconectar al país. Ante las amplias necesidades de presupuesto, además del compromiso estatal de suministrar 6,9% del PGN de Inversión anualmente (Alvear, 2008), era necesario obtener recursos adicionales a través del modelo de Concesión como mecanismo de financiación, es así como en 1994 se firman los primeros contratos bajo la modalidad de concesión que es una forma de APP.

2.2.2 El Modelo de Concesión

A pesar de no existir formalmente el concepto de APP, para los años 80s ya era usual en el mundo el modelo de concesión. Básicamente la concesión es un mecanismo a través del cual una entidad pública encarga a un agente privado denominado concesionario, a través de un contrato, la realización de una labor o prestación de un servicio que es obligación del Estado proveer. Este modelo se reguló en Colombia inicialmente haciendo alusión al modo carretero a través del Decreto 222 de 1983⁸, el cual estableció en su artículo 102 que el concesionario estaba obligado a cumplir con la construcción, montaje, instalación, restauración y mantenimiento de la infraestructura pública bajo su cuenta y riesgo y con la subordinación de la entidad concedente a cambio de una remuneración compuesta en parte por el derecho al cobro de las tarifas de peaje (Decreto 222 de 1983, 1983).

De acuerdo con Alvear (2008), la concesión no es sinónimo de privatización porque el dominio de la vía sigue estando a cargo de la entidad concedente, lo que se privatiza es la administración de las funciones del Estado. Sin embargo, es el privado quien administra el cobro de los peajes, además recibe recursos del PGN por dicha administración y como es natural, el privado busca garantizar la obtención de su rentabilidad financiera⁹.

En el Decreto 222 de 1983 sólo se establecieron condiciones mínimas para la contratación por concesión y ninguna de ellas estaba relacionada con algún tipo de evaluación o control, como los que existen actualmente para las APP bajo la Ley 1508 de 2012. Es decir, no se contemplaba la exigencia de una evaluación acerca de los beneficios generados por el proyecto ante la inversión de una alta cantidad de recursos públicos o de ingresos por concepto de peajes.

Sin embargo, junto con el PMT surge un nuevo marco normativo en 1993 (Ley de Contratación Estatal o Ley 80 de 1993¹⁰ y Ley de Transporte o Ley 105 de 1993¹¹) con más exigencias, lo que permitió la consolidación de las concesiones en 1994 en tres generaciones, tal como se aprecia en la Tabla 1. Es así como entre 1994 y el 2010 se firman 27 Contratos de Concesión por parte del Instituto Nacional de

⁸ Decreto 222 de 1983: "Por el cual se expiden normas sobre contratos de la Nación y sus entidades descentralizadas y se dictan otras disposiciones"

⁹ Las 2 Orillas (10 de mayo de 2021) ¿Quiénes son los dueños de los peajes que tienen rebotados a los transportadores? Tomado de: <https://www.las2orillas.co/quienes-son-los-duenos-de-los-peajes-que-tienen-rebotados-a-los-transportadores/>

¹⁰ Ley 80 de 1993: "Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública".

¹¹ Ley 105 de 1003: "Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones"

Concesiones -INCO, hoy ANI¹². Aunque previo al proceso de licitación o de renegociación de los contratos se exigían una serie de estudios y evaluaciones pertinentes, no era clara la exigencia de Análisis Costo-Beneficio -ACB para estos proyectos como sí ocurre con los proyectos APP¹³.

En la Tabla 1 se puede apreciar que varios de los contratos fueron adicionados, prorrogados o modificados, promoviendo un cambio en su estructura original (Conpes 3535, 2008), teniendo en cuenta las diferencias establecidas entre cada generación, las cuales se fundamentan principalmente en la asignación de riesgos, tal y como se evidencia en el Conpes 3107 (2001).

Es así como a lo largo de las últimas tres décadas, y cuando ya han finalizado algunos de los primeros contratos firmados bajo el modelo de concesión (unos en condiciones normales y otros tantos terminados anormalmente), existe evidencia que demuestra que dichos contratos han requerido montos superiores tanto de recursos del PGN como de ingresos de peaje a través de sus modificaciones contractuales. Sin embargo, no existen muchas evaluaciones concretas al respecto, sólo algunas aproximaciones realizadas por el DNP, la CGN, Fedesarrollo y CEPAL entre otras entidades que han intentado llevar a cabo algún tipo de evaluación y seguimiento a los recursos invertidos en estos proyectos. Aunque ninguno de ellos ofrece resultados en términos de eficiencia de los recursos públicos de manera directa o a través de la comparación entre proyectos del mismo tipo, como sí se pretende realizar en el presente estudio.

Tabla 1. *Proyectos de 1ra, 2da y 3ra Generación de Concesiones Viales*

PRIMERA GENERACIÓN (1G)		
No.	PROYECTO	FIRMA DEL CONTRATO
1	Bogotá – Villavicencio (Adición y cambio a 3G)	2 de agosto de 1994
2	Santa Marta - Riohacha – Paraguachón (Adición y cambio a 3G)	2 de agosto de 1994
3	Malla Vial del Meta (Adición)	2 de agosto de 1994
4	Los Patios - La Calera - Guasca - El Salitre - Sopó – Briceño	2 de agosto de 1994
5	Bogotá (El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino - La Vega – Villeta (Adición)	2 de agosto de 1994
6	Cartagena – Barranquilla (Adición y cambio a 3G)	24 de agosto de 1994
7	Desarrollo Vial del Norte de Bogotá (Autorización de Prórroga)	24 de noviembre de 1994
8	Fontibón - Facatativá - Los Alpes (Autorización de Prórroga)	30 de junio de 1995
9	Girardot - Espinal – Neiva (Adición)	10 de julio de 1995
10	Desarrollo Vial del Oriente de Medellín y Valle Río Negro (Adición)	23 de mayo de 1996
11	Armenia - Pereira – Manizales (Adición)	21 de abril de 1997

¹² Decreto 4165 de 2011. Por medio del cual se cambia la naturaleza jurídica, cambia la denominación y se fijan otras disposiciones del Instituto Nacional de Concesiones -INCO.

¹³ Ley 1508 de 2012. Artículo 11. Requisitos para abrir procesos de selección de contratistas para la ejecución de proyectos de asociación público-privada, de iniciativa pública.

SEGUNDA GENERACIÓN (2G)		
No.	PROYECTO	FIRMA DEL CONTRATO
2	El Vino - <u>Tobia Grande</u> - Puerto Salgar - San Alberto (Declaración de incumplimiento del Contrato)	24 de diciembre de 1997
1	Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca (Adición)	29 de enero de 1999
TERCERA GENERACIÓN (3G)		
No.	PROYECTO	FIRMA DEL CONTRATO
1	Zipaquirá – Palenque (Adición)	27 de diciembre de 2001
2	Briseño - Tunja – Sogamoso (Adición)	15 de julio de 2002
3	Bosa - Granada - Girardot (Adición)	1 de julio de 2004
4	Pereira - La Victoria (Adición)	2 de agosto de 2004
5	Zona Metropolitana de Bucaramanga (Adición)	29 de diciembre de 2006
6	Rumichaca – Pasto – Chachagüí (Adición)	29 de diciembre de 2006
7	Córdoba – Sucre (Adición)	6 de marzo de 2007
8	Área Metropolitana de Cúcuta (Adición)	2 de agosto de 2007
9	<u>Girardot - Ibagué</u> – Cajamarca (Autorización de Prórroga)	13 de agosto de 2007
10	Ruta Caribe	22 de agosto de 2007
11	Transversal de las Américas	6 de agosto de 2010
12	Ruta del Sol 1	14 de enero de 2010
13	Ruta del Sol 2 (Adición)	4 de agosto de 2010
14	Ruta del Sol 3	4 de agosto de 2010

Nota: Elaboración propia a partir de información ANI y Conpes 3535 (2008).

2.2.3 Evaluaciones y Resultados del Modelo de Concesión

Aunque existen pocos estudios disponibles acerca del modelo de concesión, se resalta la importancia del informe de impacto fiscal del sistema de concesiones adelantado por CEPAL en 2008 y algunos trabajos independientes (en su mayoría proyectos de grado de diferentes programas a nivel de ingeniería, derecho y finanzas, entre otros). Al respecto, Acosta et al. (2008) destacan la importancia y los avances logrados en cuanto al desarrollo de la red vial primaria del país a partir de la inversión de 2.477 millones de dólares repartidos en tres generaciones de concesiones. Así mismo, señalan las principales fallas presentadas en cada una de las tres generaciones y describen las mejoras logradas a lo largo de las mismas en cuanto a los procesos de planeación y estructuración de los proyectos, ampliación del marco regulatorio y una mayor experiencia en resolución de controversias después de la 1G, las mejoras aplicadas en términos de asignación de riesgos y control efectivo de los pasivos contingentes para la 2G y un mayor avance en los estudios previos de diseños, predios y aspectos ambientales para la 3G de concesiones viales.

De igual forma, el informe de CEPAL identifica que las posibles causas del rezago de la inversión en infraestructura y la poca eficiencia de los recursos invertidos se debían fundamentalmente a la

accidentada geografía colombiana, al débil marco institucional, regulatorio y contractual, a la alta concentración geográfica de la actividad económica, a la inadecuada planeación y a un marco de incentivos que derivó en la renegociación de los contratos tal como se aprecia en la Tabla 1.

Por otro lado, Pedroza (2016) realiza una revisión acerca de los factores clave que cambiaron de generación en generación de concesiones viales y que contribuyeron a su éxito o fracaso, para luego realizar un análisis comparativo entre las condiciones de un proyecto carretero de 2G y uno de 4G bajo la perspectiva del PF sobre el cual emite algunas recomendaciones. De manera similar, Ramírez Mueriel (2015) realiza un análisis acerca de los montos invertidos en infraestructura y determina un costo promedio/kilómetro concesionado para las diferentes generaciones obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. *Detalle de intervenciones por Generación de Concesiones*

1G	Construcción	Rehabilitación	Mantenimiento	Total
Kilómetros	232,1	1.17,1	1.437,1	1.669,2
*Costo Prom/km	8.902,72 smmlv (2009)			
2G	Construcción	Rehabilitación	Mantenimiento	Total
Kilómetros	178,3	353,5	974,8	1.506,6
*Costo Prom/km	5.160,44 smmlv (2009)			
3G	Construcción	Rehabilitación	Mantenimiento	Total
Kilómetros	266,6	1.118,8	2.039,6	3.425,0
*Costo Prom/km	3.271,53 smmlv (2009)			

Nota: Elaboración propia a partir de Ramírez Mueriel, (2015).

*Es importante precisar que dichos cálculos integran los conceptos de construcción, rehabilitación y mantenimiento, cuando en la práctica dichos valores son diferentes.

Para el programa 4G, Ramírez Mueriel (2015) pronostica un costo promedio/kilómetro de 8.858,98 smmlv de 2009 con base en información preliminar de la ANI del año 2013, momento en el que sólo se contaba con información para algunos proyectos a nivel de prefactibilidad y aún no se había firmado ningún contrato 4G. Así mismo, Ramírez Mueriel (2015) concluye que existe una relación positiva entre la inversión acumulada en infraestructura de transporte y el PIB, ya que la primera explica el 84,5% del crecimiento del PIB, tomando como base el periodo comprendido entre 1993 y el 2014, es decir, tomando como base las tres primeras generaciones de concesiones viales.

2.3 Evolución del Esquema APP en Colombia

La historia de las APP en Colombia comienza formalmente con la emisión de la Ley 1508 en el 2012. Sin embargo, al ser la concesión una forma de APP, podría decirse que la historia de las APP en Colombia inicia en los años noventa con la firma de los primeros contratos de concesión, aunque es sólo hasta el 2012 que se realiza el desarrollo formal de proyectos bajo el modelo de PF (Ver Anexo B), con la adopción de algunas de las características del modelo PFI británico.

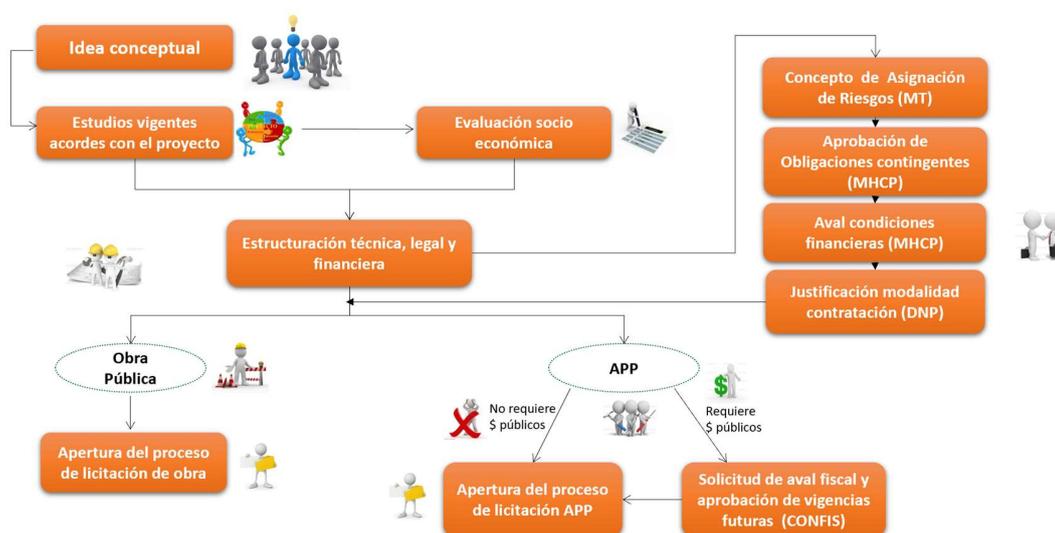
El desarrollo del esquema APP en Colombia va ligado a la evolución normativa. Es así como para el 2012 con la transformación del INCO en la ANI¹⁴, se inició el programa de la 4G de concesiones viales, un programa considerado como ‘ambicioso’, para el cual se solicitaban inicialmente 47 billones de pesos al Gobierno nacional para la realización 40 proyectos a lo largo de todo el país, ante el déficit de infraestructura vial en Colombia.

Entre los años 2012 y 2014 además de la capacitación de los funcionarios y encargados de desarrollar el programa, se hicieron estudios de factibilidad técnica, legal y financiera para los proyectos del programa. De igual forma, se construyó el Contrato Parte General o ‘Contrato Estándar’, así como los pliegos tipo de condiciones definitivos que deberían contener todas las exigencias de ley.

Lo anterior implicó fuertes requerimientos a nivel técnico, legal, financiero, predial, ambiental social y de riesgos, así como la consideración de características que no habían sido tenidas en cuenta en las anteriores generaciones. Por ejemplo, la nueva normatividad incluyó: la prohibición del pago de anticipos, el establecimiento de las condiciones de entrega de unidades funcionales de proyecto completas y en operación para el desembolso de recursos, la inversión de cantidades mínimas de equity (capital) por parte de inversionista privado y la demostración de la rentabilidad social de los proyectos, entre muchos otros enmarcados en la exigencias del cumplimiento de las condiciones de disponibilidad, calidad y nivel de servicios de las infraestructuras encargadas al sector privado. En la Ilustración 2 se presenta el esquema de la estructuración de un proyecto APP.

¹⁴ La transformación buscaba que el país contara con: Una entidad modelo en la estructuración y gestión de proyectos orientada en los principios de transparencia y protección del patrimonio público, gobernabilidad, independencia y autonomía técnica y altos estándares éticos, respaldados en procesos eficientes y un capital humano con las más altas capacidades (ANI, 2015).

Ilustración 2. Flujograma de Estructuración de Proyectos APP



Nota: En la ilustración se presenta el flujo de pasos generales a seguir en la estructuración APP de la 4G. Fuente: Elaboración propia a partir de información ANI (2014).

De conformidad con la ley APP, el inversionista privado es el encargado del diseño y construcción, mejoramiento y rehabilitación de una infraestructura y sus servicios asociados, así como de su reparación y equipamiento, actividades que deben involucrar la operación y mantenimiento de la infraestructura. Todo esto se realiza a cambio del derecho a la explotación económica de dicha infraestructura o servicio, en las condiciones que se pacte, por el tiempo que se acuerde y a recibir aportes del Estado cuando la naturaleza del proyecto así lo requiera, a través de las condiciones firmadas por las partes en el contrato APP, el cual incluye particularidades específicas de los proyectos.

En el entretanto, previo a la adjudicación del primer proyecto APP de largo plazo realizada en el 2014, se realizó por parte de la ANI la estructuración de dos proyectos piloto que consistieron en la contratación de actividades de operación, mantenimiento y rehabilitación por 3 años, de los tramos comprendidos entre Buga-Loboguerrero y Zipaquirá (Palenque). Al ser de una duración tan corta, no fueron considerados como parte del Programa de las 4G de Concesiones viales.

Al cabo de dos años de emitida la Ley APP y su reglamentación adicional, el Gobierno nacional ya contaba con los estudios requeridos, las minutas Parte General, Parte Especial y los Apéndices Técnicos del contrato, así como con las aprobaciones correspondientes por las respectivas entidades del Gobierno, el apetito del mercado y el presupuesto respectivo para salir a licitación con el primer grupo

de proyectos del programa, el cual fue denominado Primera Ola del Programa 4G, adjudicados en su mayoría durante el año 2014. Sucesivamente se fueron incorporando mejoras a los proyectos, fueron surgiendo avances en la legislación que generaron variaciones menores tanto en la minuta como en los estudios realizados y las condiciones exigidas, por lo que el segundo paquete de proyectos denominado la Segunda Ola de Concesiones viales fue adjudicado rápidamente durante el año 2015.

Paralelo a los proyectos de iniciativa pública¹⁵ promovidos directamente por el Estado, surgieron un sinnúmero de proyectos promovidos por organismos privados y sin requerimientos de recursos públicos, denominadas iniciativas privadas¹⁶. Algunos de estos proyectos APP autofinanciables vieron la luz y para el momento de la realización del presente documento se encuentran en ejecución.

De manera general, los proyectos de iniciativa privada normalmente no requieren la solicitud de aportes públicos, pero sí del recurso que genera la explotación del bien o servicio. Por otro lado, para proyectos de iniciativa pública que requieren desembolsos de recursos públicos, se debe cumplir con la acreditación del cumplimiento de los límites de gasto y deuda establecidos en la Ley 358 de 1997, la Ley 617 de 2000 y la Ley 819 de 2003. Los proyectos tanto de iniciativa pública como de iniciativa privada deben cumplir con los requisitos definidos en la Ley 448 de 1998 sobre aprobación de riesgos y pasivos contingentes, entre ellos los correspondientes a la viabilidad financiera, técnica y legal, así como la evaluación socioeconómica, el análisis de riesgos y la justificación del mecanismo de asociación público-privada.

Para el 2016 y 2017, si bien se contaba con el paquete de la Tercera Ola de Concesiones Viales estructurado, la escasez de recursos del PGN hizo que se detuvieran drásticamente las adjudicaciones de los proyectos APP de iniciativa pública, por lo que entre la tercera y última ola de concesiones 4G sólo se adjudicaron dos proyectos.

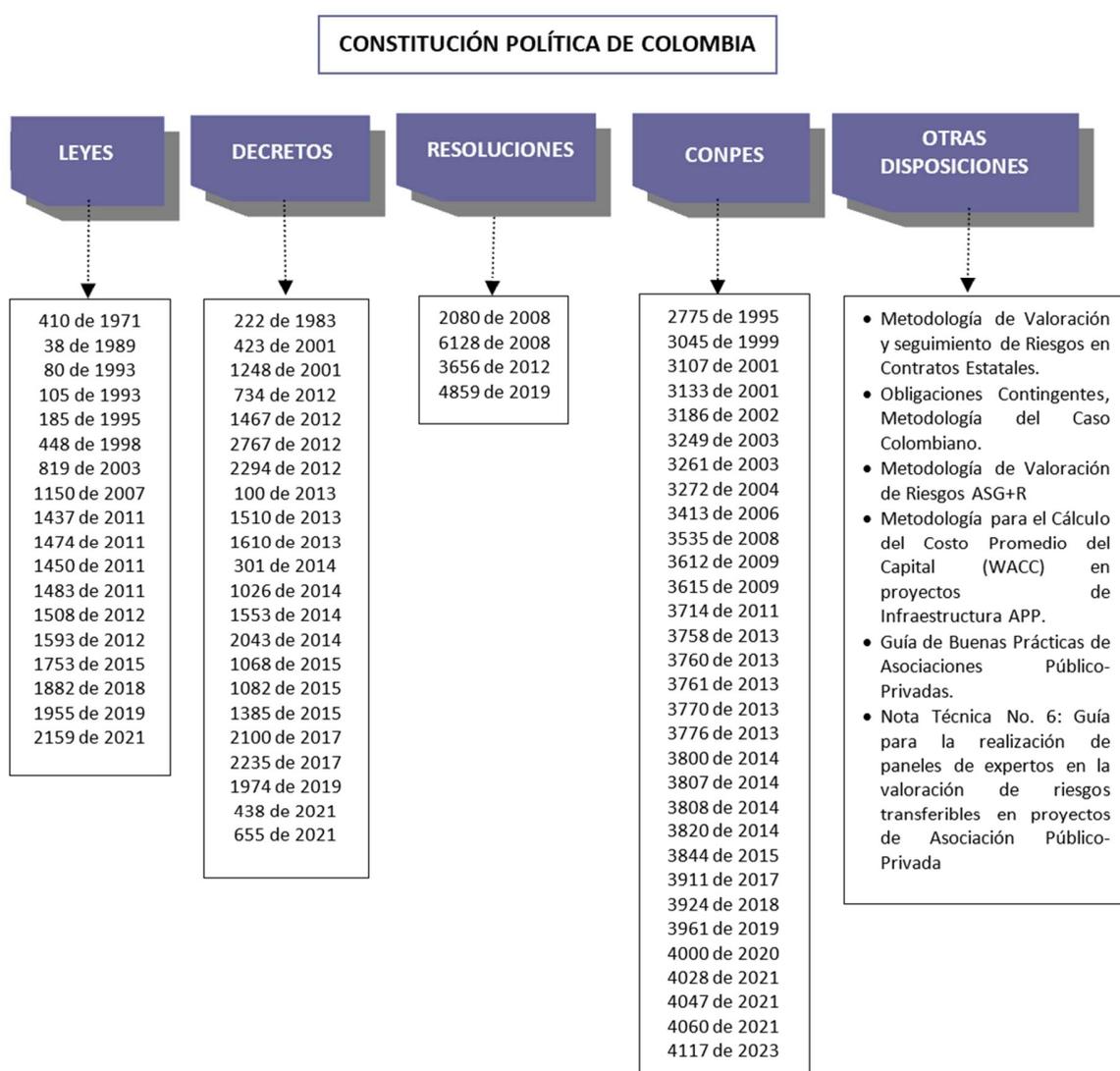
En la Ilustración 3 se presenta la normatividad relacionada con la vinculación de capital privado, PGN, Concesiones, Contingencias, sectores y demás normas que reglamentan el uso de las APP para la

¹⁵ Proyectos APP de Iniciativa Pública: Significa que involucran la autorización formal (Consejo Superior de Política Fiscal -Confis Aprobado) de recursos de vigencias futuras, recursos para contingencias por el acaecimiento de riesgos a cargo de la Nación y la cesión de peajes que hacen parte de su retribución. Estos proyectos fueron propuestos por la entidad pública y adjudicados en proceso de licitación pública.

¹⁶ Proyectos APP de Iniciativa Privada: Sólo reciben ingresos de peaje como retribución por la realización de sus obligaciones a cargo, además de ingresos futuros u otro tipo de mecanismos diferente al desembolso de recursos públicos por el acaecimiento de riesgos a cargo de la Nación. Es decir, no se involucra compromiso de recursos por parte de la Nación provenientes del PGN como las vigencias futuras o las contingencias. Por otro lado, estos proyectos son propuestos por un oferente privado, adjudicados de acuerdo con la normatividad vigente y aprobados en última instancia por el Consejo de Ministros, previas aprobaciones requeridas dentro del proceso.

realización de infraestructura en Colombia. Aunque la emisión de leyes que permitieron la vinculación de capital privado existe desde los años 90s, la normatividad de PGN formulada antes de los años 90 sigue vigente y aplica para la solicitud de recursos en los proyectos APP.

Ilustración 3. Marco Normativo para las Asociaciones Público-Privadas en Colombia



Nota: En la ilustración se presenta la evolución del marco normativo reglamentario de las APP a nivel Nacional. Fuente: Elaboración propia.

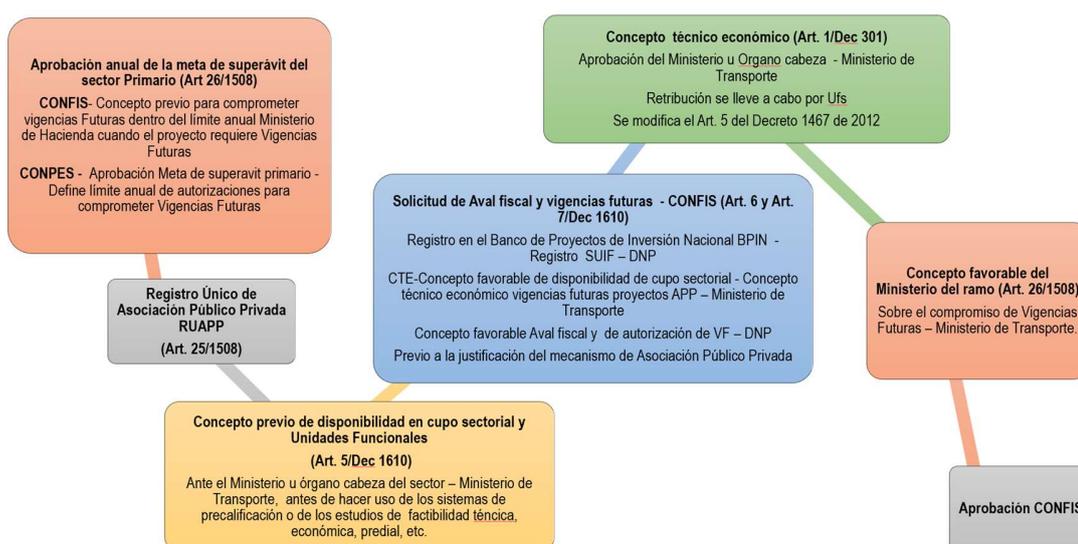
Además de todas las condiciones establecidas en la Ley 1508 de 2012, de ella se deriva un marco jurídico que ha venido especificando requisitos con el paso del tiempo. Entre ellos se evidencia la

existencia del Decreto 1467 de 2012¹⁷, el Decreto Único Reglamentario 1082 de 2015¹⁸, la Resolución DNP 3656 de 2012¹⁹ y el Decreto 423 de 2001²⁰, como principales referentes.

De igual forma, conforme al desarrollo de las APP en Colombia, no solamente han surgido avances en su reglamentación, sino que además se han producido una serie de manuales y guías metodológicas para su implementación tales como el manual metodológico del DNP, en el que se explica el concepto del VpD y se realiza el análisis del Comparador Público Privado -CPP (DNP, 2014).

Adicionalmente, es preciso aclarar que paralelo a las actividades descritas existen otra serie de documentos y aprobaciones que se deben llevar a cabo de acuerdo con las normas presupuestales y manuales técnicos, dependiendo del tipo de proyecto y sus características particulares. En la siguiente ilustración se aprecian los requerimientos presupuestales para las APP.

Ilustración 4. Requerimientos presupuestales generales para un proyecto APP



Nota: En la Ilustración se presenta la descripción de las aprobaciones que requiere de manera general un proyecto APP de iniciativa pública. Fuente: Elaboración propia a partir de información ANI, MHCP y DNP.

¹⁷ Decreto 1467 de 2012: En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las que le confiere el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y en desarrollo de la Ley 1508 de 2012.

¹⁸ Decreto 1082 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Planeación Nacional.

¹⁹ Resolución 3656 de 2012: Por la cual se establecen parámetros para la evaluación del mecanismo de asociación público-privada como una modalidad de ejecución de proyectos de que trata la Ley 1508 de 2012 y el Decreto número 1467 de 2012.

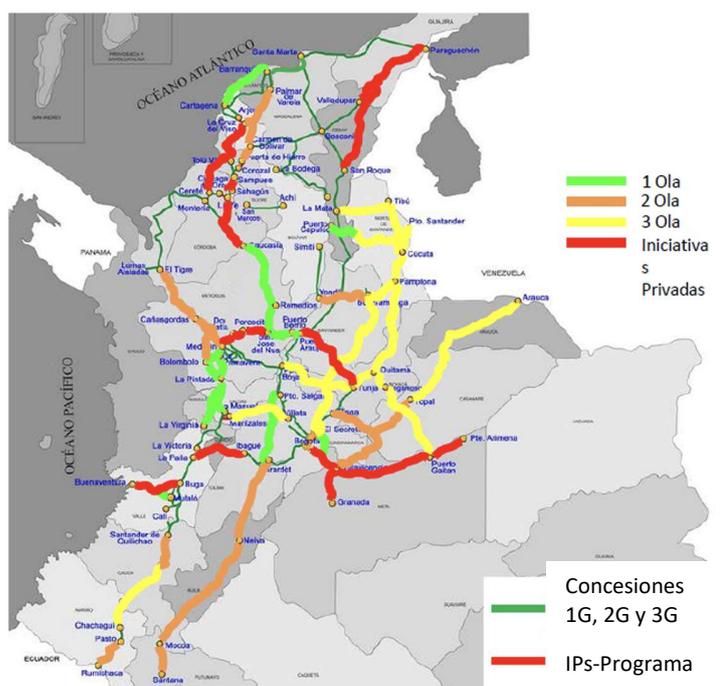
²⁰ Decreto 423 de 2001: Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 448 de 1998 y 185 de 1995.

Finalmente, hay otra serie de requisitos con que deben cumplir los proyectos APP dependiendo del sector en donde se desarrollen. Estos proyectos deben cumplir con normatividad específica tal como la justificación de tarifas de cobro a los usuarios, trámites de consulta previa con comunidades, análisis de diagnóstico ambiental de alternativas, concepto técnico económico y justificación del valor de unidades funcionales entre otros, ante diversas entidades técnicas.

2.3.1 Proyectos APP de la Cuarta Generación de Concesiones

Los proyectos de la 4G fueron divididos inicialmente por grupos zonales del país (Grupo 1: Centro-Sur, Grupo 2: Centro-Occidente, Grupo 3: Centro-Oriente, Grupo 4: Norte, Grupo 5: Autopistas para la Prosperidad y Grupo 6: Cordillera Oriental). Los proyectos del grupo 5 corresponden a los corredores de Antioquia y los del grupo 6 corresponden a los proyectos cargo del Fondo de Adaptación - FA. La Primera Ola de Concesiones viales fue estructurada entre 2012 y 2013 y fue denominada victorias tempranas por parte del Gobierno nacional, pues eran proyectos que ya contaban con algún tipo de avance en estudios y podrían salir a licitación por su avance en la estructuración. La Segunda Ola fue estructurada entre el 2013 y el 2014 y los proyectos de la Tercera Ola fueron estructurados entre 2014 y 2015. A continuación, se presenta el mapa de Colombia con la ubicación de los proyectos de la 4G de Concesiones Viales:

Ilustración 5. Proyección de Red Vial Concesionada en Colombia



Nota: En la Ilustración 5 se presenta el mapa de Colombia con la ubicación de los proyectos de la 1G, 2G, 3G y la proyección de los proyectos de la 4G tanto de iniciativa pública, como de iniciativa privada. Fuente: Presentaciones ANI, (2014).

La propuesta a desarrollar incluía la estimación de 8.170km de vías a intervenir y una inversión inicial estimada de 43,9 billones de pesos de 2011. Entre los kilómetros de vía se contemplaba 1.370km de doble calzada, 125km en 141 túneles y 146km en 1.300 viaductos a lo largo de todo el país.

Finalmente, el Programa la 4G quedó compuesta por 32 proyectos estructurados bajo los requerimientos exigidos por la normatividad APP. De ellos 21 corresponden a proyectos de iniciativa pública (Tabla 3) y 11 corresponden a proyectos de iniciativa privada (Tabla 4).

Tabla 3. *Proyectos APP de Iniciativa Pública*

PRIMERA OLA				
No.	PROYECTO	NEM.	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	PERIMETRAL DE ORIENTE DE CUNDINAMARCA	PO	002 de 2014	8 de septiembre de 2014
2	HONDA - PUERTO SALGAR - GIRARDOT	GHP	003 de 2014	9 de septiembre de 2014
3	CARTAGENA - BARRANQUILLA	CB	004 de 2014	10 de septiembre de 2014
4	PACIFICO 3	P3	005 de 2014	10 de septiembre de 2014
5	PACIFICO 2	P2	006 de 2014	11 de septiembre de 2014
6	PACIFICO 1	P1	007 de 2014	15 de septiembre de 2014
7	MAGDALENA 2	MG2	008 de 2014	10 de diciembre de 2014
8	CONEXIÓN NORTE	CN	009 de 2014	10 de diciembre de 2014
9	MULALÓ - LOBOGUERRERO	ML	001 de 2015	22 de enero de 2015
10	AEROPUERTO DE BARRANQUILLA	AB	003 DE 2015	5 de marzo de 2015
SEGUNDA OLA				
No.	PROYECTO	NEM.	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	PUERTA DE HIERRO	PH	007 de 2015	3 de julio de 2015
2	TRANSVERSAL DEL SISGA	TS	009 de 2015	10 de julio de 2015
3	VILLAVICENCIO - YOPAL	VY	010 de 2015	23 de julio de 2015
4	POPAYAN - SANTANDER DE QUILICHAO	PSQ	011 de 2015	11 de agosto de 2015
5	NEIVA - MOCOA - SANTANA	NS	012 de 2015	18 de agosto de 2015
6	BUCARAMANGA - BARRANCABERMEJA - YONDO	BBY	013 de 2015	21 de agosto de 2015
7	AUTOPISTA AL MAR 1	M1	014 de 2015	3 de septiembre de 2015
8	RUMICHACA - PASTO	RP	015 de 2015	11 de septiembre de 2015
9	AUTOPISTA AL MAR 2	M2	018 de 2015	25 de noviembre de 2015
TERCERA OLA				
No.	PROYECTO	NEM.	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	BUCARAMANGA - PAMPLONA	BP	002 de 2016	7 de junio de 2016
2	PAMPLONA - CÚCUTA	PC	002 de 2017	2 de junio de 2017

Nota 1: En la Tabla 3 anterior se presentan 20 proyectos de iniciativa pública del modo carretero y 1 proyecto de iniciativa pública del modo aeroportuario. Fuente: Elaboración propia a partir de información del Sistema Electrónico de Contratación Pública -SECOP I.

Nota 2: El nemotécnico corresponde a la abreviatura de los proyectos utilizada en las tablas 7, 8 y 9 del presente documento.

A continuación, se presentan los proyectos APP 4G de Iniciativa Privada adjudicados entre el 2015 y el 2017.

Tabla 4. *Proyectos APP de Iniciativa Privada*

PRIMERA OLA			
No.	PROYECTO	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	SEGUNDA CALZADA DE LA VÍA IBAGÚE - CAJAMARCA	002 de 2015	12 de febrero de 2015
2	MALLA VIAL DEL META	004 de 2015	5 de mayo de 2015
3	CHIRAJARA - VILLAVICENCIO	005 de 2015	9 de junio de 2015
4	CESAR - GUAJIRA (Liquidado)	006 de 2015	30 de junio de 2015
SEGUNDA OLA			
No.	PROYECTO	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	CAMBAAO - MANIZALES	008 de 2015	7 de julio de 2015
2	ANTIOQUIA - BOLIVAR	016 de 2015	14 de julio de 2015
3	NEIVA - GIRARDOT	017 de 2015	13 de julio de 2015
TERCERA OLA			
No.	PROYECTO	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	VÍAS DEL NUS	001 de 2016	25 de enero de 2016
2	BUGA - BUENAVENTURA (VÍA AL PUERTO) –(Liquidado)	003 de 2016	6 de julio de 2016
3	BOGOTÁ - GIRARDOT	004 de 2016	18 de octubre de 2016
4	ACCESOS NORTE	001 de 2017	10 de enero de 2017

Nota: En esta tabla se presenta los 11 proyectos APP de iniciativa privada de la 4G, de los cuales 2 han sido liquidados y 9 continúan en ejecución, aunque algunos de ellos han sido renegociados. Fuente: Elaboración propia a partir de información del SECOP I.

Para efectos de los análisis del presente estudio, se tendrán en cuenta únicamente los proyectos APP viales (20) que cuentan con desembolso de recursos por parte del Estado y que fueron propuestos por la entidad pública (Tabla 3). Los demás proyectos se mencionan en el documento con el fin de suministrar al lector un mejor contexto y comprensión sobre el tema.

2.3.2 Proyectos APP de la Quinta Generación de Concesiones

Los proyectos de la Quinta Generación de Concesiones, también denominadas Concesiones del Bicentenario -5G, corresponden a 14 proyectos de carácter multimodal, dentro de los cuales se encuentran proyectos Carreteros, Fluviales, Férreos y Aeroportuarios. Estos proyectos fueron estructurados con algunas características diferentes a los proyectos de la 4G tal y como se describe en el Conpes 4060²¹ (2021), entre ellas: el riesgo comercial compartido, mayores recursos para la gestión social y ambiental, mayor exigencia en el cumplimiento de indicadores y mayor gestión en temas de gobernanza, entre otros. En la Tabla 5 se presenta el listado de proyectos de la 5G convocados hasta la fecha de elaboración del presente trabajo. Dentro de este listado, se encuentran proyectos tanto de iniciativa pública como de iniciativa privada.

Tabla 5. *Proyectos APP de la 5G*

PROYECTOS 5G			
No.	PROYECTO	No. DE CONTRATO	FIRMA DEL CONTRATO
1	ACCESOS CALI-PALMIRA (Nueva Malla Vial del Valle del Cauca)	001-2021	9 de junio de 2021
2	AUTOPISTAS DEL CARIBE	002-2021	6 de septiembre de 2021
3	IP-ALO SUR	003-2021	13 de enero de 2022
4	ACCESOS NORTE FASE II	001-2022	1 de abril de 2022
5	PUERTO SALGAR - BARRANCABERMEJA	002-2022	16 de junio de 2022
	RÍO MAGDALENA (Desierto)	Res. 8425	17 de junio de 2022
6	SABANA DE TORRES-CURUMANÍ	003-2022	22 de julio de 2022
7	BUENAVENTURA-LOBOGUERRERO-BUGA (Nueva Malla Vial del Valle del Cauca)	004-2022	29 de agosto de 2022
8	CANAL DEL DIQUE	005-2022	29 de diciembre de 2022

Nota: En la tabla se presentan los proyectos que han sido adjudicados de la 5G a través de esquema APP y uno convocado que fue declarado desierto. Fuente: Elaboración propia a partir de SECOP I.

²¹ Conpes 4060: Política para el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura de Transporte Sostenible: Quinta Generación de Concesiones bajo el esquema de Asociación Público-Privada – Concesiones del Bicentenario. Bogotá, 29 de noviembre de 2021.

3. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS PROYECTOS APP DE INICIATIVA PÚBLICA DE LA 4G DE CONCESIONES VIALES

3.1 Metodología DEA

El Análisis DEA (o Data Envelopment Analysis por su sigla en inglés) “es una metodología basada en modelos de programación lineal, propuesta por primera vez en 1978 por Charnes, Cooper y Rhodes, para estudiar la eficiencia relativa de una serie de unidades de decisión” (Alonso, 2008, cap. 2, pág. 16) y se clasifica dentro de los modelos no paramétricos.

3.1.1 Modelos Paramétricos

Los modelos paramétricos, también denominados estadísticos o estocásticos, se utilizan cuando se conocen los parámetros de la distribución de probabilidad asociada al comportamiento de los datos y resulta completa y confiable la información para realizar predicciones sobre los datos. Existen varios modelos paramétricos tales como: el método de máxima verosimilitud, el método de mínimos cuadrados ordinarios corregidos y modelo de frontera estocástica. Sin embargo, para su correcta aplicación es importante contar con una cantidad de datos (tamaño de la muestra) amplia y suficiente, de tal forma que permita establecer los parámetros de una distribución, por lo que con pocos datos (20 proyectos 4G de iniciativa pública) no es posible obtener estimaciones estadísticamente significativas y confiables.

3.1.2 Modelos No Paramétricos

Un modelo no paramétrico es aquel que no se asocia a una distribución de probabilidad conocida, o en otras palabras aquel que no requiere que la muestra de datos siga el comportamiento de una distribución estadística. Algunas de las ventajas de los modelos no paramétricos es que se pueden aplicar a gran variedad de situaciones sin realizar mayores supuestos. Dentro de los modelos no paramétricos se encuentran las metodologías DEA y FDH (Free Disposal Hull), ésta última, en algunos casos puede llegar a considerarse como un caso particular de DEA. Ambas metodologías resultan especiales para medir eficiencia, particularmente en aspectos relacionados con el sector público, puesto que permiten establecer fronteras eficientes con base en unidades que tienen características similares (Rodríguez Lozano, 2009).

Tanto los modelos paramétricos, como los no paramétricos tienen fortalezas y debilidades. DEA resulta ideal en entornos productivos con un alto grado de complejidad, compuestos por múltiples

entradas y salidas, lo que se convierte en su fortaleza sobre los métodos econométricos que en muchas ocasiones requieren el sustento de supuestos fuertes y llevan implícito un componente de error, por lo que es responsabilidad del investigador “sopesar cuál de los métodos se ajusta de mejor manera a sus requerimientos teniendo en cuenta la naturaleza de la problemática a resolver” (Rodríguez Lozano, 2009). Con base en lo anterior, se considera a la metodología DEA, como el análisis más apropiado y que puede proporcionar mejores resultados para la presente investigación.

3.1.3 Caracterización de los modelos DEA

La metodología DEA se basa en la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, para determinar las brechas existentes entre Unidades Tomadoras de Decisión o -DMU por sus siglas en inglés (Decision Making Unit). Esta metodología permite analizar cuáles de las DMU se ubican sobre una frontera eficiente y cuáles se encuentran más o menos alejadas de ella. Es decir que este modelo permite evaluar la eficiencia relativa de las unidades productivas establecidas.

Teniendo en cuenta el funcionamiento de la metodología DEA y la información de los proyectos del programa de las 4G de iniciativa pública, es posible establecer las mismas variables de entrada y salida para cada proyecto, permitiendo establecer DMUs con características específicas con el fin de determinar diferentes grados de eficiencia relativa de la realización de kilómetros de obra ejecutados (salidas) en las vías del país, versus los recursos invertidos (entradas). La eficiencia acá se asocia al sentido económico de la posibilidad de poder obtener mejores resultados en términos de infraestructura vial con la misma cantidad de recursos aprobada de acuerdo con la información precontractual y contractual de los proyectos.

En tal sentido, con la aplicación de DEA a los proyectos de iniciativa pública de la 4G, se busca determinar en cuáles proyectos del programa se hubiera podido obtener una mayor cantidad de kilómetros de infraestructura vial construidos, mejorados, rehabilitados, operados y mantenidos con los recursos involucrados en términos de vigencias futuras e ingresos de peaje. Para esto se deben tener en cuenta los tipos de obra, tales como túneles, puentes, viaductos y vías a cielo abierto, características comunes a los 20 proyectos del programa, partiendo de la disponibilidad de información con la que cuentan los proyectos en su etapa de estructuración. Según Coll & Blasco, en palabras de Farrel de 1957, DEA proporciona una “medida satisfactoria de eficiencia productiva”, teniendo en cuenta los recursos empleados para la producción de algo (Coll & Blasco, 2006).

DEA determina la frontera óptima o de la mejor práctica, e identifica las unidades ineficientes de tal forma que, la comparación entre cada una de ellas frente a la frontera óptima permite establecer un plan de objetivos de entradas y salidas para la unidad ineficiente con el fin de disminuir la brecha. “DEA optimiza la medida de eficiencia de cada unidad en relación con las otras unidades” (Coll & Blasco, 2006), de esta forma se evalúa la eficiencia relativa para cada DMU específica.

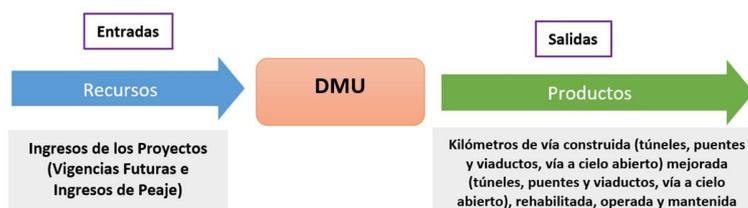
De acuerdo con Coll & Blasco (2006) los modelos DEA se pueden clasificar básicamente en función de:

- a) El tipo de eficiencia que proporcionan: modelos radiales (proporcionales) y no radiales entre DMUs.
- b) La orientación del modelo: orientado a las entradas, orientado a las salidas u orientado a las entradas-salidas.
- c) La tipología de rendimientos a escala que caracteriza la tecnología de producción, entendida esta como la forma en que los factores productivos (entradas) son combinados para obtener los productos (salidas), de tal forma que dicha combinación puede generar rendimientos constantes o variables a escala.

Los diferentes modelos de DEA buscan establecer qué subconjunto de las DMUs determinan las partes de la superficie envolvente. Para ser eficiente, los puntos correspondientes a una determinada DMU deben yacer sobre la mencionada superficie de eficiencia. Las DMUs que no pertenezcan a dicha superficie se denominan ineficientes, y el análisis identifica las fuentes y la cuantía de la ineficiencia y/o suministra una medida agregada de la ineficiencia relativa (Alonso, 2008).

Las DMU consideradas para el presente trabajo son comparables tanto en sus entradas como en sus salidas y son medibles en unidades homogéneas y corresponden a cada uno de los 20 proyectos 4G de iniciativa pública del modo carretero. En la siguiente ilustración se presenta la caracterización de las unidades productivas que se analizarán en el desarrollo del presente trabajo:

Ilustración 6. Esquema DMU



Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Estructura del Modelo DEA

La productividad es la relación entre los resultados obtenidos (salidas) y los recursos empleados (entradas) para la producción. Para el caso del presente trabajo, como se evidencia en la Ilustración 6 anterior, cada proyecto corresponde a una unidad sobre la cual se puede medir su productividad a partir de la ratio de sus entradas (vigencias futuras e ingresos de peaje) y sus salidas (kilómetros de vía construida, mejorada, rehabilitada, operada y mantenida).

Estructuralmente el DEA consiste en una forma de medir el aprovechamiento de los recursos invertidos (Alonso, 2008). Para el caso de una sola entrada y una sola salida, se representa de la siguiente forma:

$$Productividad = \frac{Producción\ creada}{Recurso\ Consumido} = \frac{Salida}{Entrada}$$

Al tratarse diversos procesos, pueden existir diversidad de factores de entrada y salida, que además en algunos casos son difícilmente medibles. Sin embargo, resulta indispensable establecer criterios homogéneos para sumar tanto los recursos de entrada como los productos de salida. Para el caso de más de una entrada y más de una salida, se presenta la siguiente expresión:

$$Productividad = \frac{Suma\ ponderada\ de\ productos}{Suma\ ponderada\ de\ recursos}$$

De manera formal, la expresión matemática resultante para definir la productividad es la siguiente:

$$Productividad = \frac{\sum_{k=1}^s v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}}$$

Donde:

- v_{kj} = Peso correspondiente a cada salida
- y_{kj} = Valor de cada salida
- s = Número total de salidas de cada unidad
- u_{ij} = Peso correspondiente a cada entrada
- x_{ij} = Valor de cada entrada
- m = Número total de entradas de cada unidad

La expresión anterior, sirve para determinar la productividad de cada DMU. Sin embargo, resulta fundamental para el análisis poder comparar unas unidades con otras, lo que permite establecer la eficiencia relativa.

3.1.5 Eficiencia relativa

Consiste en la comparación entre diferentes unidades con la entidad óptima establecida. La siguiente expresión permite determinar la eficiencia relativa entre entidades comparables:

$$Eficiencia_j = \frac{Productividad_j}{Productividad_{max}} = \frac{Salida\ virtual_j / Entrada\ Virtual_j}{Salida\ virtual_{max} / Entrada\ virtual_{max}}$$

Para lo cual se entiende que:

$$Entrada\ virtual_j = \sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}$$

$$Salida\ virtual_j = \sum_{k=1}^s v_{kj} y_{kj}$$

El subíndice 'j' representa la unidad que se va a comparar y el subíndice 'max' como la unidad de máxima productividad. Existen varios tipos de eficiencias relativas en función de la unidad de referencia que se decida emplear:

i) **Eficiencia Técnica**, cuando se escoge como referencia la unidad de mayor productividad dentro de las unidades de su tamaño. Refleja la habilidad de la DMU de obtener el máximo nivel de producción dados ciertos niveles en el uso de los insumos o factores.

ii) **Eficiencia de Escala**, cuando se escoge como referencia la unidad de mayor productividad dentro de las unidades de su tamaño, pero minimizando las entradas. Refleja la habilidad de la DMU de obtener el máximo nivel de producción dados los mínimos niveles en el uso de los insumos o factores.

iii) **Eficiencia Global**, también denominada eficiencia de precio o asignativa. Ocurre cuando se escoge como referencia la unidad de mayor productividad dentro de las unidades en estudio. Refleja la habilidad de la DMU de usar los insumos o factores en proporciones óptimas (dados sus precios). Resulta de la combinación de la eficiencia técnica y la eficiencia a escala.

3.1.6 Tipología de los Rendimientos a Escala

Los rendimientos a escala indican los incrementos proporcionales de los resultados (salidas) como resultado del incremento de los factores (entradas). Estos pueden ser constantes, crecientes o decrecientes a escala.

- a. **Retornos a escala constantes.** Si se considera retornos de escala constantes, la unidad más eficiente será la que proporcione más salidas, consumiendo menos recursos (eficiencia global). Y en la medida en que se dé un incremento en las entradas, se dará un incremento proporcional en las salidas.
- b. **Retornos crecientes a escala.** Se da cuando el incremento de los factores (entradas) produce un incremento más que proporcional en los resultados (salidas).
- c. **Retornos decrecientes a escala.** Se da cuando el incremento de los factores (entradas) produce un incremento menos que proporcional en los resultados (salidas).

Luego de que se determina la frontera productiva eficiente, es posible calcular índices que cuantifiquen los tres tipos de eficiencias especificadas. A su vez, se pueden determinar eficiencias basadas en los insumos y eficiencias basadas en los productos.

Teniendo en cuenta que la metodología DEA se basa fundamentalmente en un modelo de entradas (recursos) y salidas (productos), es indispensable definir claramente cuantos y cuáles serán éstos para definir la frontera eficiente ya que como indican Coll & Blasco (2006) “es mejor comparar rendimientos con lo mejor alcanzado que con algo ideal inalcanzable” según lo dicho por Farrell en 1957.

3.1.7 Orientación del Modelo

Los modelos DEA pueden estar orientados de tres formas:

1. **Orientados a las Entradas:** Busca la máxima reducción proporcional en las entradas, dada la frontera más eficiente determinada. Una unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier entrada sin alterar las salidas (Minimiza las entradas).
2. **Orientados a las Salidas:** Busca, dado el nivel de salidas, el máximo incremento proporcional de los resultados permaneciendo dentro de la frontera eficiente determinada. En este sentido, una unidad no puede considerarse eficiente si es posible incrementar las salidas sin incrementar ninguna entrada o reducir alguna salida (La maximización de las salidas dadas las entradas).

3. **Orientados a las Entradas-Salidas:** Busca la optimización dado el nivel de entradas y salidas, minimizando las entradas y maximizando las salidas teniendo en cuenta la frontera eficiente determinada.

3.2 Entradas del Modelo de Eficiencia Relativa para Proyectos APP de 4G de Iniciativa Pública

3.2.1 Vigencias Futuras o Aportes ANI

De acuerdo con el Contrato de Concesión 4G, los Aportes ANI son los montos correspondientes al perfil de aportes anuales de PGN solicitados por el Concesionario en su Oferta y autorizados por el CONFIS, expresados en pesos constantes de la fecha que se señala en la Parte Especial de cada proyecto. Los Aportes ANI no incluyen el impuesto al valor agregado ni ningún otro tributo del orden nacional que no fuere aplicable al momento de presentación de la Oferta y afectare la integridad de dichos aportes con posterioridad a dicha fecha (ANI, 2014). Para efectos del presente análisis las cifras de todos los proyectos fueron trabajadas en pesos constantes de 2018.

3.2.2 Ingresos de Peaje

Corresponde a los ingresos obtenidos producto del cobro de los peajes o mejor definido en el contrato de Concesión 4G como la tasa por el uso de la infraestructura que cada usuario del Proyecto debe pagar de acuerdo con la tarifa correspondiente a su categoría vehicular en cada una de las estaciones de peaje, de acuerdo con la Resolución de Peaje establecida. El valor del peaje destinado al Proyecto no incluirá los valores por contribución al Fondo de Seguridad Vial -FOSEVI, ni ninguna otra sobretasa o contribución similar que tenga destinación diferente al Proyecto (ANI, 2014). Para efectos del presente análisis las cifras de todos los proyectos fueron trabajadas en pesos constantes de 2018.

3.3 Salidas del Modelo de Eficiencia Relativa para Proyectos APP de 4G de Iniciativa Pública

Lo que se espera como producto de la estructuración de los proyectos de infraestructura de la 4G está descrito detalladamente en los Apéndices Técnicos de cada uno de los contratos, específicamente en el apéndice denominado "Alcance". En ellos es posible identificar para cada uno de los proyectos las salidas que se presentan a continuación.

3.3.1 Tipos de Intervención

Corresponden a los tipos de obra establecidos en los Apéndices Técnicos de los contratos del programa de la 4G de Concesiones Viales. Dentro de ellos se encuentran los siguientes: obras de construcción, obras de mejoramiento, obras de rehabilitación y las actividades de operación y mantenimiento, las cuales incluyen como su nombre lo indica, las actividades necesarias para la operación de la vía y el mantenimiento (rutinario y periódico) a lo largo del tiempo. El detalle de estas definiciones técnicas se encuentra en el Anexo C.

Es indispensable tener en cuenta que para estas intervenciones se requiere la realización de actividades previas y/o paralelas a la realización de los diferentes tipos de obra, tales como: elaboración de estudios y diseños definitivos, gestión predial y compra de predios, remoción de tierras, corte y botaderos, gestión ambiental, trámite de licencias ambientales y de licencias y permisos de construcción, gestión social y consultas previas, traslado y/o reposición de redes, obras adicionales y casetas de peaje, entre otras incluida la administración, todas ellas contenidas dentro de las obligaciones del contrato de concesión.

3.3.2 Tipos de Vía

De acuerdo con sus características particulares y su nivel de complejidad al momento de realización de las obras, las vías carreteables de los contratos de concesión 4G se pueden clasificar en tres tipos: vías a cielo abierto, es decir, cuando no cuentan con ningún tipo de recubrimiento exterior; vías de túnel, son aquellas que cuentan con un recubrimiento lateral y superior y que por lo general se realizan para conectar los puntos origen-destino atravesando una montaña; y los puentes y viaductos, que son aquellas que requieren una estructura especial por tratarse de vías con una elevación superior a 10 metros del suelo. Para una ampliación técnica de estas definiciones se recomienda ver el Anexo C.

3.4 Resultados de Eficiencia Relativa

Tomando como referencia la información disponible en el Cuarto de Datos ANI (Ver Anexo D) y la información tomada de los contratos y apéndices publicados a través del SECOP I, y luego de trabajada la información para establecer homogeneidad en las características y valores encontrados, se procede a calcular con ayuda del software STATA la Eficiencia Técnica, puesto que lo que se busca es maximizar las salidas (kilómetros de vía intervenidos) de todo el programa de las 4G, dadas las entradas de cada DMU.

No se calcula la Eficiencia Global toda vez que las condiciones de entrada se encuentran pactadas en cada contrato y no pueden ser reducidas a no ser que se presente la terminación anormal de un contrato, en cuyo caso tampoco se obtendrían las salidas esperadas. A continuación, se presentan las variables de entrada y salida con su respectiva definición.

Tabla 6. *Definición de variables de la modelación DEA en STATA*

Variable	Definición
VF	Vigencias Futuras (Millones COP 2018)
PJ	Ingresos de Peaje (Millones COP 2018)
CTUN	Construcción de Túneles (km)
CPV	Construcción de Puentes y Viaductos (km)
CCA	Construcción de vía a cielo abierto (km)
MTUN	Mejoramiento de Túneles (km)
MPV	Mejoramiento de Puentes y Viaductos (km)
MCA	Mejoramiento de vía a cielo abierto (km)
R	Rehabilitación (km)
OYM	Operación y Mantenimiento (km)
vrs	Eficiencia Técnica
ort(o)	Orientación del Modelo a las Salidas

Nota: En la tabla se presentan las definiciones de las abreviaturas de las variables del modelo DEA trabajado en el Software STATA. Fuente: Elaboración propia.

Antes de presentar la modelación que se considera más apropiada de acuerdo con las variables incorporadas en el modelo DEA, que se describirá a continuación, se debe aclarar que se corrieron varios modelos seleccionando diferentes variables y grupos de variables, con el fin de comprobar si los resultados obtenidos eran consistentes con la realidad técnica de los proyectos y consistentes entre ellos mismos, respecto de los proyectos que se ubican sobre la frontera y los que resultan menos eficientes. Sin embargo, el modelo que se presenta a continuación es el que se consideró más apropiado de acuerdo con las características técnicas de cada uno de los proyectos.

3.4.1 Resultados de Eficiencia Técnica orientado a las Salidas

Tomando como referencia las vigencias futuras y los peajes como entradas y de manera desglosada los kilómetros clasificados de acuerdo con el tipo de vía y el tipo de intervención como variables de salida para el total de los 20 proyectos (DMUs), a continuación, se presentan los resultados del modelo ejecutado en el Software STATA:

. dea VF PJ = CTUN CPV CCA MTUN MPV MCA R OYM, rts(vrs) ort(o)

Luego de corrido el comando correspondiente, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 7, en la cual se ordenan los proyectos de los más eficientes a los menos eficientes.

Tabla 7. Resultados de Eficiencia Técnica orientado a las salidas

DMU	Posición	Eficiencia	Escala	Rendimiento	o- slack CTUN	o- slack CPV	o- slack CCA	o- slack MTUN	o- slack MPV	o- slack MCA	o- slack R	o- slack O&M
CN	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
ML	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
CB	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
MG2	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
NS	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
TS	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
VY	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
M1	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
M2	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
BBY	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
PH	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
PC	1	100,00%	1,0000	Constante	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	1	100,00%	0,8748	Decreciente	-	-	-	-	-	-	-	-
PSQ	1	100,00%	0,9925	Decreciente	-	-	-	-	-	-	-	-
RP	1	100,00%	0,9120	Decreciente	-	-	-	-	-	-	-	-
GHP	17	86,69%	0,8962	Decreciente	0,19	0,78	-	-	-	-	-	1,87
P1	18	86,12%	0,6554	Creciente	-	2,71	-	3,95	-	0,00	69,51	36,22
BP	19	85,81%	0,9749	Creciente	0,65	-	-	0,14	0,29	-	-	13,87
PO	20	68,33%	1,0000	Constante	0,98	0,54	5,01	-	-	-	-	5,66

Nota: En la tabla se presentan los resultados del modelo DEA construido para determinar la eficiencia relativa de los proyectos APP de la 4G de iniciativa pública ordenados de los más eficientes a los menos eficientes. Fuente: Elaboración Propia con base en los resultados del Software STATA.

En los resultados se evidencia que, de los 20 proyectos, sólo 4 resultan estar por debajo de la frontera envolvente determinada como eficiente por los datos, es decir, sólo 4 presentan un grado menor de eficiencia. Así mismo, en la tabla se presenta la cantidad de kilómetros en que se podrían aumentar los resultados en cada una de las categorías por proyecto para lograr el 100% eficiencia. Así, por ejemplo, el proyecto PO podría realizar 0,98km más de túneles, 0,54km más puentes y viaductos, 5,1km más de vía a cielo abierto y 5,66km más de operación y mantenimiento vía de todo el corredor. En otras palabras, estos resultados significan que se hubiera podido realizar una mayor exigencia al contratista por el mismo presupuesto.

Luego de realizar la corrida de varios modelos de eficiencia técnica²², con diferentes agrupaciones de proyectos, se evidencia que los resultados son consistentes en cuanto a la definición de los proyectos más y menos eficientes. Así, dentro de los proyectos que siempre presentan mayor eficiencia se encuentran CN, ML, CB y P2; mientras que dentro de los proyectos que se encuentran por debajo de la frontera eficiente generalmente se encuentran PO, BP, P1 y GHP.

²² En total se evaluaron seis modelos adicionales de Eficiencia Técnica, agrupando DMUs por tipos de terreno y agrupando de diversas formas las variables de salida. Se consideró por ejemplo en una sola variable de salida todos los kilómetros construidos independientemente del tipo de vía. Sin embargo, los mismos fueron descartados por cuanto técnicamente no es lo mismo construir 1km de túnel, que 1km de vía a cielo abierto o que 1k de viaducto, cada uno implica tanto características técnicas como valores de inversión diferentes. De igual forma fueron descartados los DMUs agrupados por tipos de terreno, por cuanto para la consistencia del DEA, la cantidad de variables de salida no puede ser superior a la cantidad de DMU evaluadas.

4. LÍNEA BASE PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS APP DE LA 4G DE CONCESIONES VIALES

4.1 Definición

El establecimiento claro y definido de la línea base de un proyecto ayuda a medir fácilmente el cumplimiento de los objetivos de este. Esta línea base se puede establecer de forma desagregada y por cada uno de los aspectos principales que determinarán el éxito del proyecto. La línea base ayuda a identificar a través de mediciones sucesivas las desviaciones específicas que se presentaron durante su desarrollo en diferentes momentos del tiempo, de tal forma que se puedan tomar acciones tendientes al cierre de brechas en el menor tiempo posible con el fin de lograr el cumplimiento a cabalidad de los objetivos planeados al inicio del proyecto en el tiempo inicialmente establecido.

Normalmente el establecimiento de los indicadores de línea base de un proyecto se da en términos de tiempo o duración, alcance y costo. Así mismo, realizar un proceso de evaluación es mucho más fácil, si se tienen claramente definidos indicadores de línea base desde el inicio del proyecto y su medición consiste en validar los resultados obtenidos a través del tiempo, conforme a su desarrollo en términos de duración, alcance y costo, con el fin de verificar las desviaciones y minimizarlas.

4.1.1 Determinación de línea base para los proyectos APP de 4G

El presente estudio establece la base de medición, sobre los parámetros definidos para cada proyecto, tomando como principal insumo la información inicial disponible de las estructuraciones del programa de las 4G de iniciativa pública, realizadas durante el periodo comprendido entre 2014 y el 2017 en Colombia. Lo anterior, con base en los resultados de la metodología DEA aplicada en el capítulo anterior y con el fin de que sean de utilidad tanto para la estructuración de futuros proyectos de carreteras, como para realizar mediciones sobre los mismos proyectos de 4G en etapas posteriores, identificar brechas, analizarlas y minimizarlas en la medida de las posibilidades.

Es importante señalar que actualmente la ANI cuenta con el portal ANIscopio²³, en el que se visualiza el avance de los proyectos (Ver Anexo E). Si bien, este es sólo un portal con información

²³ ANIscopio es una plataforma web de georreferenciación digital desarrollada por la ANI donde, a través de un visor de mapas intuitivo disponible en la web de la entidad. A través de ella se puede conocer la información detallada de los proyectos de infraestructura vial, férrea, aeroportuaria y portuaria concesionados (ANI, 2018). Link: <https://aniscopeo.ani.gov.co/reportes/carreteros> el cual es de acceso abierto al público.

actualizada de los proyectos, gracias a este es posible para los investigadores y demás interesados obtener información para realizar análisis y evaluaciones de resultado acerca de los proyectos.

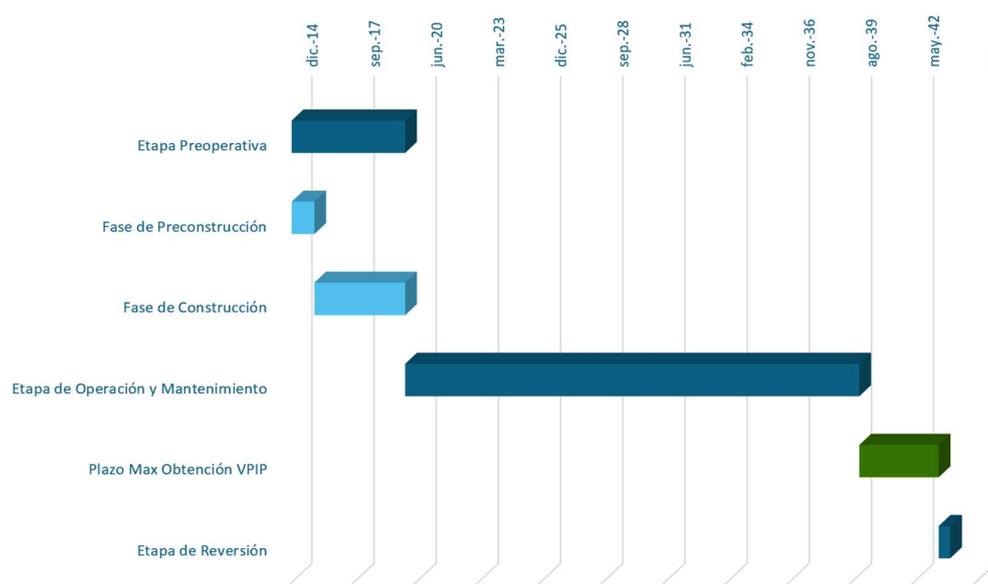
4.2 Línea base de Tiempo

El análisis de brechas en términos de tiempo suele hacerse a través de un diagrama de Gantt. De manera general, todos los proyectos de iniciativa pública del Programa 4G cuentan con el mismo estándar de tiempo determinado por el contrato base, 25 años dentro de los cuales se encuentran comprendidas las siguientes etapas:

- (i) Etapa Preoperativa del proyecto (5 años):
 - a. Fase de Preconstrucción (12 meses)
 - b. Fase de Construcción (48 meses)
- (ii) Etapa de Operación y Mantenimiento (20 años)
- (iii) Etapa de Reversión (6 meses)

De lograr la obtención del valor de los ingresos de peaje establecido en el contrato, antes de los 25 años, se podrá dar por terminado el contrato. Por el contrario de no lograrse dentro de dicho periodo de tiempo, el contrato podrá extenderse hasta por 4 años más para lograrlo. En tal sentido, el plazo inicial de cada proyecto comienza con el acta de inicio del contrato.

Ilustración 7. Línea base de tiempo de un proyecto tipo del Programa 4G



Nota: La Ilustración muestra la duración inicial de cada una de las etapas de un proyecto vial tipo de la 4G de iniciativas públicas de acuerdo con lo establecido en el contrato de concesión original.
Fuente: Elaboración propia.

Es importante precisar que los plazos de las etapas mencionadas pueden ser modificados durante la vigencia del contrato por diferentes razones (técnicas, jurídicas, financieras o de riesgos) a través de acto contractual motivado, y contemplando las condiciones establecidas dentro del marco legal vigente. Así, la línea base para este ítem está determinada por lo establecido en la cláusula contractual del plazo y puede variar para cada contrato cuando existen particularidades específicas y las fechas se determinan de acuerdo con las actas de inicio y de terminación de cada una de las etapas del contrato. En resumen, cada contrato tiene como línea base la misma duración, pero su cronograma es diferente.

La ANI realiza seguimiento a esta variable a través del sistema ANIscopio (ver Anexo F), para lo cual previamente estableció la línea base correspondiente para cada contrato, la cual es ajustada respecto de las modificaciones contractuales y a través de dicho aplicativo se proyectan los resultados tal y como se evidencia en el Anexo para un proyecto tipo.

4.3 Línea base de Alcance

Teniendo en cuenta el alcance básico establecido en el contrato original, producto de la estructuración, cada proyecto cuenta con cierta cantidad de kilómetros en términos de construcción o mejoramiento de túneles, de puentes y viaductos, y de vía a cielo abierto, así como en cuanto a la rehabilitación y la operación y mantenimiento. De cada uno de los contratos firmados del Programa de la 4G de Concesiones Viales, particularmente, de lo establecido en cada Parte Especial y cada Apéndice Técnico 1: “Alcance del Proyecto”, proviene el número de kilómetros a intervenir que se presenta en la Tabla 8. Este número de kilómetros que se exige como mínimo en el alcance contractual, no debería verse reducido o modificado con el avance de los proyectos. Lo anterior significa que, el seguimiento a los resultados de los proyectos debería hacerse acorde con la siguiente tabla:

Tabla 8. Línea base en términos de kilómetros a intervenir y tipos de vía por proyecto

dmu	CTUN	CPV	CCA	MTUN	MPV	MCA	R	OYM
GHP	-	1,17	27,42	-	1,31	131,82	32,91	195,33
CN	0,92	5,00	57,08	-	3,82	78,18	-	145,00
ML	18,58	2,48	14,86	-	-	-	-	35,92
CB	-	8,46	76,61	-	0,05	24,00	97,55	227,82
PO	-	-	5,78	-	0,88	88,69	57,66	153,01
P1	7,26	4,17	47,87	-	-	-	-	95,30
P2	5,00	9,85	69,35	-	-	-	108,00	192,20
P3	8,14	2,89	20,40	-	1,21	117,80	-	150,44
MG2	2,85	10,00	76,66	-	-	10,00	44,49	144,00
NS	0,59	2,73	53,81	-	-	103,20	308,90	469,22
PSQ	-	2,30	73,53	-	2,30	73,53	-	151,66
RP	1,99	2,38	74,40	0,44	1,34	77,00	-	159,34
TS	-	-	-	-	5,16	82,00	50,01	137,17
VY	-	2,03	63,09	-	3,97	205,13	34,66	308,88
M1	12,60	7,00	22,40	-	-	33,00	66,00	213,00
M2	12,98	4,03	31,19	-	-	34,00	93,20	358,20
BBY	5,96	43,68	51,24	1,32	-	17,97	16,77	243,67
PH	-	0,29	6,08	-	0,66	195,54	-	202,56
BP	-	5,50	17,16	-	-	93,44	27,10	143,20
PC	3,81	-	42,46	-	-	-	73,00	119,27

Nota. La información de esta tabla corresponde al alcance propuesto en cada uno de los contratos del programa 4G de iniciativas públicas. Fuente: Elaboración propia a partir de Secop I.

Así mismo, de acuerdo con la optimización obtenida de los resultados DEA, podrían exigirse mejores condiciones a los proyectos de acuerdo con la información de la Tabla 9, para que estuvieran sobre la frontera eficiente en términos de resultados comparados con los demás proyectos que si se encuentran sobre la frontera. Sin embargo, esto sólo sería posible a través del proceso de gestión contractual que realiza la ANI a cada contrato y en el marco de negociaciones con el concesionario, que finalmente debieran quedar oficializadas a través de un acto administrativo.

Tabla 9. Posibles mejoras a los resultados obtenidos del Programa 4G

dmu	CTUN	CPV	CCA	MTUN	MPV	MCA	R	OYM
GHP		0,78	-		0,17	0,00	19,44	1,87
P1	1,82	2,71	-	4,09	-			36,22
BP		-	-			0,00	16,01	13,87
PO		0,54	5,01		0,11	0,00	34,06	5,66

Nota. En la tabla se presenta la optimización que se podría hacer a los proyectos de programa con base en los resultados del análisis DEA. Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados anteriores y en el análisis DEA, también se pudo identificar que para la estructuración de futuros proyectos carreteros es posible exigir una cantidad de kilómetros adicional en promedio para cada proyecto, según el tipo de intervención y el tipo de vía. Este resultado se obtuvo a partir de la cantidad total de kilómetros que se podría aumentar para el total programa 4G y ponderándola entre los proyectos que requieren dicho tipo de intervención. Lo anterior significa, por ejemplo, que de acuerdo con el resultado obtenido del DEA, se hubieran podido construir 5,01km más de vía a cielo abierto en el proyecto PO y dadas las características homogéneas de los proyectos y los requerimientos para este tipo de obra, es posible suponer que se hubieran podido exigir de manera general 5,01km más de construcción de vía a cielo abierto al total del programa. Con este supuesto, se pondera dicho valor, entre los proyectos del programa con este tipo intervención y se determina el promedio de kilómetros de construcción adicional de vía a cielo abierto por proyecto que se hubiera podido exigir a los proyectos con esta característica.

Tabla 10. *Exigencia de kilómetros de intervención adicional para la estructuración de futuros proyectos carreteros*

Kilómetros	Intervención adicional promedio por proyecto
0,151	más de construcción nueva de túneles
0,237	más de construcción nueva de puentes y viaductos
0,264	más de construcción de vía nueva a cielo abierto
2,044	más de mejoramiento de túneles
0,029	más de mejoramiento de puentes y viaductos
0,000002	más de mejoramiento de vía a cielo abierto
5,347	más de rehabilitación
2,881	más de operación y mantenimiento

Nota: La tabla muestra los kilómetros de intervención que se pueden exigir de manera adicional en la estructuración de futuros proyectos por tipo de intervención. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis DEA.

Lo anterior significa que en futuras estructuraciones sería posible exigir, por ejemplo, la construcción de 151 metros adicionales de túneles y así sucesivamente por cada tipo de intervención luego de finalizado el resultado final de la estructuración de un programa de proyectos.

Del análisis también se obtuvo que se hubieran podido exigir en total a los contratistas del Programa 4G, la realización de 1,82km más de túneles, 4km más de puentes y viaductos, 5km adicionales de vías a cielo abierto, 4kms más de túneles mejorados, 290m más de mejoramiento de puentes y viaductos, 69,51km adicionales de vías rehabilitadas y 57,62km más de vías operadas y mantenidas a lo largo de 25 años.

4.4 Línea Base de Costo

Tomando como base la retribución para cada proyecto (vigencias futuras e ingresos de peaje), la distribución proporcional de Capex y Opex y la información de la composición de cada proyecto por tipo de obra que componen un proyecto APP de 4G, provenientes de la información pública disponible, se estableció de manera general un valor estimado de la retribución por kilómetro por tipo de intervención.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta que la construcción de un kilómetro de túnel cuesta más que la construcción de un kilómetro de vía a cielo abierto y que estos valores también pueden cambiar dependiendo del tipo de terreno, las características en que se encuentra el trazado o la vía existente, así como de la ubicación geográfica del proyecto, al ser la geografía colombiana tan accidentada como diversa.

Así mismo, resulta relevante mencionar que de acuerdo con la estructura del PF del APP, dentro de cada valor por kilómetro se encuentran incluidos como mínimo los siguientes ítems por los 25 años de ejecución del contrato:

Tabla 11. *Ítems generales incluidos dentro del valor por kilómetro de cada proyecto APP de la 4G*

Descripción de ítems	
Estudios y diseños definitivos	Impuestos
Gestión predial y compra de predios	Rentabilidad del concesionario y sus socios
Remoción de tierras, corte y botaderos	Asunción de riesgos a cargo del concesionario
Interventoría y Supervisión del contrato	Mantenimiento rutinario
Licencias y permisos de construcción	Mantenimiento periódico
Gestión social y consultas previas	Operación de casetas de peaje
Traslado y/o reposición de redes	Centro de Control de Operaciones
Obras adicionales y casetas de peaje	Financiación y servicio de la deuda
Pólizas de seguro y garantías	Comisión de éxito de la estructuración
Gestión ambiental, trámite y costo de licencias ambientales	Reversión de la infraestructura al pública después de los 25 años
Administración del concesionario y contratación de personal	Demás gestiones, riesgos y responsabilidades a cargo del concesionario establecidas a través de los contratos 4G.

Nota: En la tabla se describen los ítems más importantes que se involucran dentro del costeo del PF de los proyectos APP de 4G y que se convierten en obligaciones del concesionario a través del contrato. Fuente: Elaboración propia a partir de Secop I.

Por lo anterior, aunque en algunos casos pareciera ser alto el valor por kilómetro de intervención, estos valores de retribución incluyen todas las actividades del contrato para la obtención del resultado, con excepción de los riesgos o proporción de riesgos a cargo de la Nación, los cuales varían de proyecto a proyecto y se contabilizan de manera independiente fuera del contrato, pues la responsabilidad de los riesgos relacionadas con la realización de las obras corresponden en su totalidad al concesionario. A continuación, se presentan los valores por kilómetro de intervención obtenidos del análisis realizado.

Tabla 12. *Retribución promedio por kilómetro por tipo de intervención en un proyecto tipo APP (Cifras en millones de pesos constantes de 2018)*

Retribución Promedio	Kilómetro de Intervención
192.046	Construcción de Túnel nuevo
141.795	Construcción nueva de puentes y viaductos
36.902	Construcción de vía nueva a cielo abierto
144.689	Mejoramiento de túneles
80.067	Mejoramiento de puentes y viaductos
12.579	Mejoramiento de vía a cielo abierto
4.543	Rehabilitación
475	Operación y mantenimiento por año

Nota: La tabla contiene valores de retribución promedio por kilómetro por tipo de intervención del Programa 4G de concesiones viales de iniciativa pública con base en la información disponible Fuente: Elaboración propia a partir de Secop I y ANIscopio.

La información anterior sirve como referente para la estructuración de futuros proyectos del modo carretero, así como para el desarrollo de futuras evaluaciones a las etapas de los proyectos APP de 4G. Si bien es cierto, este constituye simplemente un valor promedio por proyecto, sirve como base de medición para determinar el valor de las obras finalmente realizadas luego de terminadas la etapas de construcción y de operación y mantenimiento de un proyecto 4G de iniciativa pública. Así mismo, es importante precisar que pueden existir proyectos con valores resultantes superiores o inferiores a los expresados en la tabla anterior. Sin embargo, la información presentada en el presente documentos se considera una aproximación válida.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del trabajo realizado y la revisión tanto de experiencias nacionales como internacionales, respecto de la aplicación del esquema APP para el desarrollo de grandes proyectos de infraestructura y de comparada la eficiencia relativa entre los 20 proyectos del Programa de las 4G de iniciativa pública a través de la metodología DEA, es posible concluir que:

A partir de la evolución de la experiencia nacional, así como de la de otros países, se puede afirmar que las APP constituyen un buen instrumento para la provisión de infraestructura ante la falta de recursos del sector público y mediante la financiación con recursos provenientes del sector privado. Así mismo, fue posible evidenciar que el proceso de aprendizaje y evolución de experiencias ha sido distinto en cada país, aunque la historia indica que su popularidad mundial se da con fuerza desde los últimos treinta años. Naturalmente se encuentran tanto casos de éxito como de fracaso, que normalmente los gobiernos tratan de evitar. De manera generalizada el resultado termina siendo el mismo en todos los países: los proyectos ejecutados por APP en cualquiera de sus modalidades son costosos, sin embargo, la realización de las infraestructuras necesarias para el desarrollo sería reducida y lenta sin el apoyo del capital privado dadas las limitaciones presupuestarias de los gobiernos. Si bien el interés del sector público es lograr los mejores resultados para la población al menor costo posible, el interés del sector privado consiste en el logro de una alta rentabilidad, por lo que se debe contar con evaluaciones de costo de oportunidad y costo eficiencia desde el inicio de la planeación de los proyectos, con el fin de optimizar el uso de los recursos públicos comprometidos en los ellos. No sólo en Colombia, sino en los demás países que aplican esta práctica, se evidencia la falta de mediciones concretas que propendan por la realización de mejores estructuraciones y la emisión de indicadores que ayuden al adecuado monitoreo y seguimiento, de las variables que contribuyen al éxito de los proyectos.

De acuerdo con la información recabada de los contratos de la 4G de Iniciativa Pública y de las diferentes fuentes de información, se realizaron análisis de eficiencia técnica (optimización de las salidas) a través de la metodología DEA. A partir de los datos fue posible establecer 20 DMU o unidades comparables con características similares y homogéneas, aunque no iguales. Al realizar diferentes simulaciones empleando como variables de entrada las vigencias futuras y peajes autorizados por el Gobierno nacional y como variables de salida, los kilómetros de vía nueva construida, mejorada, rehabilitada, y los kilómetros de vía operada y mantenida por 25 años, fue posible determinar que el

programa contó con un grado de eficiencia relativa del 98% de los recursos invertidos. Por lo anterior y dada las características particulares de cada proyecto y la complejidad del Programa 4G, es posible afirmar que en la estructuración del Programa 4G de concesiones viales se logró un alto grado de eficiencia relativa de los recursos públicos invertidos versus los resultados en términos de obra que contractualmente se espera obtener.

También se pudo establecer una línea base para los proyectos del programa, conforme a los criterios de tiempo, costo y alcance. Para los dos primeros de manera general para todo el programa a través de una proxy, y para el último de manera particular por proyecto, de acuerdo con la base establecida en cada contrato de concesión inicial y los resultados del análisis DEA. Esto establece un marco de referencia para realizar futuras evaluaciones al mismo grupo de proyectos en etapas posteriores, con el fin de validar si continúan teniendo el mismo grado de eficiencia relativa luego al finalizar las etapas de construcción y de operación y mantenimiento, así como para validar posibles desviaciones.

Las estimaciones de eficiencia indican, sin embargo, que el programa hubiera podido generar un 2% de eficiencia sobre recursos públicos comprometidos contractualmente. Sin embargo, dadas las características particulares de cada proyecto y la complejidad del programa, es posible afirmar que la estructuración del Programa 4G de concesiones viales logró un alto grado de eficiencia relativa, en términos de alcance, el cual fue del 96%, y en términos de eficiencia relativa de los recursos públicos invertidos del 98%. Lo anterior se obtuvo con base en los alcances de obra que contractualmente se espera obtener y el análisis DEA realizado.

Así mismo la investigación permitió plantear las siguientes recomendaciones:

✓ Dentro del proceso de planeación público se debe promover la realización de evaluaciones de costo de oportunidad y costo eficiencia en los proyectos que involucran recursos públicos, con el fin de suministrar más y mejores herramientas al Gobierno nacional que permitan invertir los recursos públicos en los proyectos que generan no sólo una rentabilidad social, sino que permitan maximizar el mejor resultado de los recursos públicos invertidos en los proyectos de infraestructura vial. Así mismo, teniendo en cuenta las condiciones cambiantes de los proyectos y las características dinámicas del sistema económico, se deberían establecer líneas base medibles y comparables para comprobar el efecto fiscal y económico de los proyectos al inicio de los proyectos.

✓ No se debe abandonar la realización de proyectos y obras de infraestructura a través del esquema de obra pública tradicional, ni tampoco a través del esquema APP. Aunque la financiación PF y la provisión a través del esquema APP es bueno y funciona en países en vías de desarrollo como Colombia con alta escasez de recursos públicos, en algunos casos la financiación directa provista por el Gobierno con tasas más bajas, a través de la obra pública tradicional, puede ser más eficiente y efectiva para la realización de pequeñas y medianas infraestructuras.

✓ Es asimismo es deseable que se realicen más estudios con el presente enfoque, que permitan medir y evaluar los resultados que se espera obtener de los recursos comprometidos por el Estado en los proyectos APP. Lo anterior, con el fin de establecer líneas claras para su estructuración y referentes con base en los cuales el Estado pueda exigir mejores resultados a través del alcance contractual en las próximas APP de infraestructura vial que se ejecuten en el país.

6. REFERENCIAS

- Acosta, O. L., Rozas Balbontín, P., & Silva, A. (2008). *Desarrollo vial e impacto fiscal del sistema de concesiones en Colombia*. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Alonso, C. (2008). *Modelo DEA centralizado con establecimiento de objetivos parciales a alcanzar*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4559/>
- Alvear, J. (2008). *Historia del Transporte y la Infraestructura en Colombia (1942-2007)*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Transporte.
- ANI. (2014). *Contrato de Concesión bajo el Esquema APP entre la Agencia Nacional de Infraestructura y el Concesionario. Parte General*. Bogotá: Agencia Nacional de Infraestructura.
- ANI. (27 de octubre de 2015). *Agencia Nacional de Infraestructura*. Obtenido de www.ani.gov.co: <https://www.ani.gov.co/reforma-institucional/historia>
- ANI. (20 de septiembre de 2018). *Agencia Nacional de Infraestructura*. Obtenido de Plataforma ANIscopio, un caso de éxito en Latinoamérica: <https://www.ani.gov.co/plataforma-aniscopio-un-caso-de-exito-en-latinoamerica#:~:text=ANIscopio%20es%20una%20plataforma%20web,f%C3%A9rrea%2C%20aeroportuaria%20y%20portuaria%20concesionados>.
- BID-OVE. (2017). *Evaluación temática -Evaluación de Asociaciones Público Privadas en Infraestructura*. Banco Interamericano de Desarrollo, Oficina de Evaluación y Supervisión, Washington D.C. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Evaluaci%C3%B3n-de-asociaciones-p%C3>
- BIS. (2004). *Convergencia internacional de medidas y normas de capital*. Basilea. Suiza.: Bank for International Settlements. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea.
- Coll, V., & Blasco, O. (2006). *Evaluación de la Eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos - Introducción a los Modelos Básicos*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Conpes 3107. (3 de abril de 2001). Política de Manejo de Riesgo Contractual del Estado para procesos de Participación Privada en Infraestructura. Bogotá. DNP.
- Conpes 3535. (18 de julio de 2008). Concepto previo favorable para la prórroga o adición de los Contratos de Concesión Vial y Férrea. Bogotá, D.C. DNP.
- Conpes 3760 (20 de agosto de 2013) Proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público-Privadas: Cuarta Generación de Concesiones viales. Bogotá, D.C. DNP.

Conpes 4060. (29 de noviembre de 2021). *"Política para el desarrollo de proyectos de Infraestructura de Transporte Sostenible: Quinta Generación de Concesiones bajo el esquema de Asociación Público Privada -Concesiones del Bicentenario*. Bogotá: DNP.

Decreto 2043 de 2014. (15 de octubre de 2014). *"Por el cual se modifica el Decreto 1467 de 2012, reglamentario de la Ley 1508 de 2012"*, Diario Oficial No. 49305.

Decreto 222 de 1983. (2 de febrero de 1983). *"Por el cual se expiden normas sobre contratos de la Nación y sus entidades descentralizadas y se dictan otras disposiciones"*. D.O. No. 36189.

DNP. (2014). *Guías APP. Nota Técnica 2-El Concepto de Valor por Dinero (VPD) y el Comparador Público Privado (CPP)*. Departamento Nacional de Planeación, Participación Privada en Infraestructura, Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Participacion%20privada%20en%20proyectos%20de%20infraestructura/Nota%20T%C3%A9cnica%202.pdf>

Economist Impact. (28 de marzo de 2018). *The Infrascope archives 2009-19. Measuring the enabling environment for public-private partnerships in infrastructure*. Recuperado el 2 de enero de 2023, de <https://impact.economist.com/projects/infrascope>: <https://infrascope.eiu.com/>

English, L. M. (2006). Public Private Partnerships in Australia: An Overview of their Nature, Purpose, Incidence and Oversight. *University of New South Wales law journal*(29), 250-262.

EPEC. (2012). *United Kingdom -England. PPP Units and Related Institutional Framework*. Luxembourg: European PPP Expertise Center.

Estévez, M. (18 de enero de 2018). El Gobierno rescatará en febrero las autopistas de peaje asumiendo unas pérdidas de al menos 2.000 millones. *El Diario.es*, pág. Economía. Recuperado el 2 de enero de 2023, de https://www.eldiario.es/economia/autopistas-peaje_1_2937941.html

Grimsey, D., & Lewis, M. K. (2005). Are Public Private Partnerships value for money? Evaluating alternative approaches and comparing academic and practitioner views. *Accounting Forum* 29, 345-378.

Hearsch, J. (22 de septiembre de 2022). Airport rail is 60 years in the making, let's not get it wrong. *The Sidney Morning Herald*, pág. 1.

INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Instituto Nacional de Vías.

Kurihara, Y. (2021). *Ten years since the introduction of PPP concessions in Japan and the outlook for the future*. Tokyo: Mitsui & Co. Global Strategic Studies Institute.

La Moncloa. (28 de diciembre de 2022). *Transportes, Movilidad y Agenda Urbana impulsa el transporte público y el acceso a una vivienda digna*. Obtenido de lamoncloa.gob.es:

<https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transportes/paginas/2022/281222-cumpliendo-diciembre-2022.aspx>

Ley 1508 de 2012. (2012, 10 de enero). Ley APP. "*Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones*". 10 de enero de 2012. D.O. No. 48308.

Ley 179 de 1994. (1994). Por el cual se introducen algunas modificaciones a la Ley 38 de 1989 Orgánica de Presupuesto. 30 de diciembre de 1994. D.O. No. 41659.

Ley 38 de 1989. (1989). Estatuto Orgánico de Presupuesto General de la Nación. 21 de abril de 1989. D.O. No. 38789.

López, J. M. (2020). *Caso de Estudio: Vías Cuarta Generación en Colombia*. Bogotá: Facultad de Ingeniería -Universidad de los Andes.

Lozano, E., Godínez, R., & Albor, S. (2017). Las Asociaciones Público Privadas en México: Financiación y Beneficios Sociales en Proyectos de Infraestructura Carretera. *Revista Global de Negocios*, 23-43.

Marquaire, J.-F. (2020). Infrastructure and Public Private Partnerships. *Doing Business in Russia 2020*, 7-17. Obtenido de <https://seamless.legal/en/rus/publication/doing-business-in-russia-2020/infrastructure-and-public-private-partnerships/general-approach>

MHCP. (2019). *Ministerio de Hacienda y Crédito Público*. Obtenido de El Consejo Superior de Política Fiscal - CONFIS: https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/portal/EntidadesFinancieras/pages_EntidadesFinancieras/confis

MHCP. (15 de 05 de 2023). *Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Catálogo de trámites. Vigencias Futuras Ordinarias*. Obtenido de sedeelectronica.minhacienda.gov.co: <https://sedeelectronica.minhacienda.gov.co/SedeElectronica/tramites/tramite.do?formAction=btShow&t=50055&s=0#no-back-button>

Partnerships UK. (2009). PPP Training Course. *UK-Experience PFI*. Londres.

Pedroza, K. (2016). *Caracterización financiera de los contratos de concesiones viales en Colombia, estudio de caso*. Bogotá: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia.

Podgorny, B. (2019). Public-private partnership in the UK and Russia: a comparative analysis. *Economic Annals-XXI*, 180, 21-30. doi:<https://doi.org/10.21003/ea.V180-03>

Queiroz, C., Astesiano, G., & Serebrisky, T. (2016). *An Overview of the Barzilian PPP experience from Stakeholders' Viewpoint*. IDB.

Ramírez Mueriel, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: un análisis al caso colombiano (1993-2014)*. Bogotá: Repositorio Unal.

Robin C. Go, W. (2011). Public-Private Partnerships In The Philippines. *Mondaq Connecting Knowledge and People*, 1. Recuperado el 3 de enero de 2023, de <https://www.mondaq.com/government-contracts-procurement-ppp/140210/public-private-partnerships-in-the-philippines#:~:text=Public%2Dprivate%20partnerships%20are%20not,introduced%20during%20the%20Ramos%20administration.>

Rodriguez Lozano, G. (2009). *Generación de metodología, aplicando data envelopment analysis (dea), en el diseño de indicadores de eficiencia y productividad para la función de extensión de la Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: UN.

Siemiatycki, M. (2015). Public-Private Partnerships in Canada: Reflection on twenty years of practice. *Canadian Public Administration*, 343-362.

Tantaleán Leong, M. (2016). Una Mirada Al Escenario Nacional e Internacional de las Asociaciones Público Privadas. *Revista De Derecho Administrativo*(16), 201-215. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/16300>

World Bank. (1 de enero de 2009). *The World Bank-PPPLRC*. Recuperado el 23 de diciembre de 2022, de Public Private Partership -Legal Resource Center: <https://www.ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/documents/toolkits/highwaystoolkit/1/1-21.html>

7. ANEXOS

Anexo A. Requisitos para la evaluación Exante de un proyecto APP

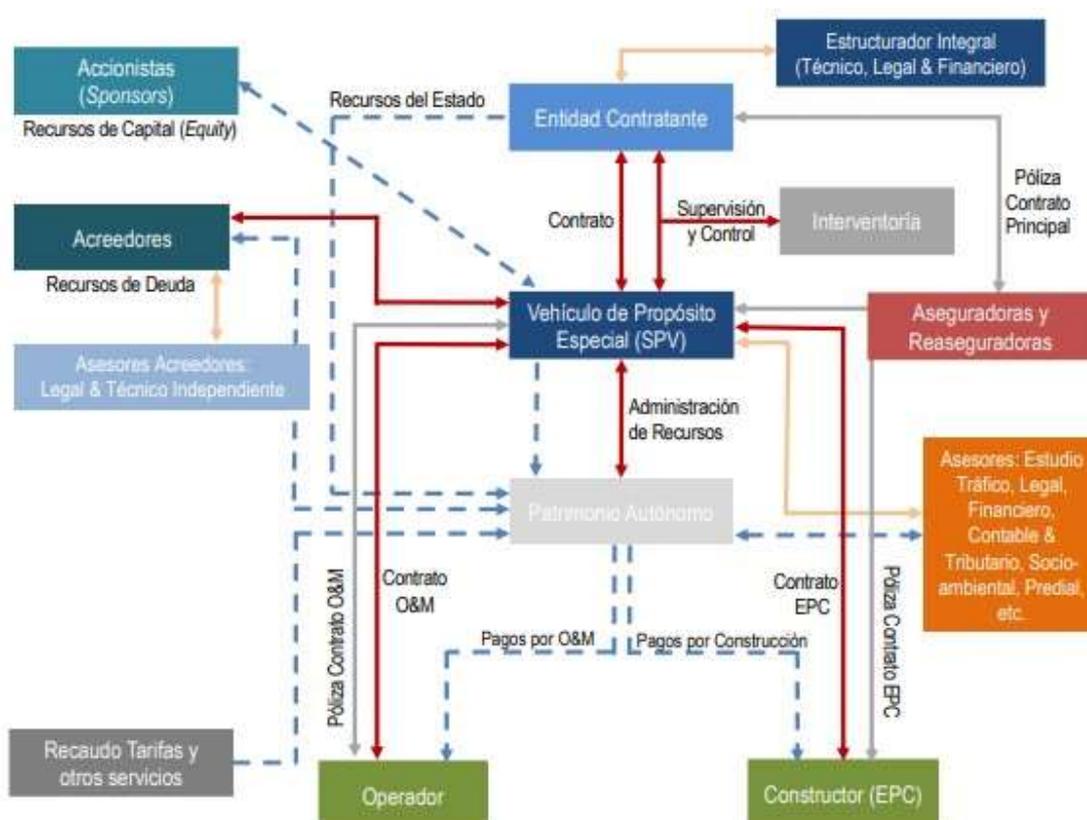
Tabla 13. Requisitos mínimos para la Evaluación de un Proyecto APP en etapa de Factibilidad

No.	Requisitos para la Evaluación del Proyecto APP (Decreto 2043 de 2014)
1	Titular del proyecto
1.1	Capacidad Financiera o Potencial de Financiación
1.2	Experiencia en Inversión para desarrollar proyectos de Infraestructura
2	Proyecto
2.1	Nombre definitivo, ubicación geográfica y descripción detallada del proyecto y sus fases
2.2	Diagnóstico definitivo que describa la forma mediante la cual se satisface la necesidad mediante la provisión del bien o servicio público.
2.3	Identificación de la población afectada y la necesidad de efectuar consultas previas
2.4	Evaluación costo-beneficio del proyecto analizando el impacto social, económico y ambiental del proyecto sobre la población directamente afectada, evaluando los beneficios socioeconómicos esperados
2.5	Descripción del servicio que se prestaría bajo el esquema de Asociación Público-Privada
2.6	Terreno, estudio de títulos, identificación de gravámenes, servidumbres y demás derechos que puedan afectar la disponibilidad del bien
3	Riesgos del proyecto
3.1	Tipificación, estimación y asignación definitiva de los riesgos del proyecto de acuerdo con los criterios establecidos en la Ley 80 de 1993, la Ley 448 de 1998, la Ley 1150 de 2007, los Documentos CONPES y las normas que regulen la materia
2.2	Análisis de amenazas y vulnerabilidad para identificar condiciones de riesgo de desastre, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, en los términos del presente decreto
4	Análisis financiero
4.1	El modelo financiero en hoja de cálculo, detallado y formulado que fundamente el valor y el plazo del proyecto que contenga como mínimo:
4.1.1	Estimación de inversión y de costos de operación y mantenimiento y sus proyecciones discriminando el rubro de administración, imprevistos y utilidad
4.1.2	Estimación de los ingresos del proyecto y sus proyecciones
4.1.3	Estimación de solicitud de vigencias futuras, en caso de que se requieran
4.1.4	Supuestos financieros y estructura de financiamiento
4.1.5	Construcción de los estados financieros
4.1.6	Valoración del proyecto
4.1.7	Manual de operación para el usuario del modelo financiero
4.1.8	Diseño definitivo de la estructura de la transacción propuesta identificando actores financieros, operativos y administrativos involucrados
5	Estudios actualizados
5.1	Estudios de factibilidad técnica, económica, ambiental, predial, financiera y jurídica del proyecto y diseño arquitectónico cuando se requiera
5.2	Cuantificación del valor de los estudios detallando sus costos
6	Minuta del contrato y anexos
6.1	Minuta del contrato a celebrar y los demás anexos que se requieran
6.2	Declaración juramentada sobre la veracidad y totalidad de la información que entrega el originador de la propuesta
*La entidad estatal competente podrá solicitar información adicional cuando lo considere pertinente	

Fuente: Decreto 2043 de 2014

Anexo B. Esquema de la transacción APP

Ilustración 8. Modelo Project Finance de Proyectos APP



Nota: La ilustración presenta las interacciones entre los actores involucrados en el un Modelo tradicional APP de la 4G. Bonus – Banca de Inversión (2014).

Anexo C. Definiciones Técnicas

C.1 Obras de Construcción

De acuerdo con el Apéndice Técnico “Alcance” de los Contratos 4G, las obras de construcción son las intervenciones en las cuales el Concesionario debe ejecutar un sector de vía donde no existe un carretable definido, bien sea por necesidad de construir una variante a un centro poblado, ampliar la capacidad de la vía existente desdoblándola a segunda calzada (formando un sistema de par vial o doble calzada) o generando un nuevo corredor alternativo para garantizar una nueva conexión entre el origen y destino. Para este tipo de Intervención, se debe cumplir con lo establecido en el manual de Diseño Geométrico del INVIAS y lo relacionado en el Apéndice 3 y en los requerimientos de la Ley 105 de 1993,

a menos que en los requerimientos solicitados en el documento contractual se establezcan diferentes características. La Construcción comprende la ejecución como mínimo de las siguientes actividades: Desmonte y limpieza, explanaciones, puentes, túneles, obras de drenaje, de protección y estabilización, afirmados, subbase, base, carpetas de rodadura, señalización y sistemas inteligentes de transporte (ANI, 2014).

C.2 Obras de Mejoramiento

De acuerdo con el Apéndice Técnico “Alcance” de los Contratos 4G, las obras de mejoramiento son las intervenciones en las cuales el concesionario debe mejorar las condiciones de una vía existente con el objetivo de llevarla a unas características técnicas determinadas y de mayor estándar que los que presenta la vía, de tal manera que mejoren la capacidad o el nivel de servicio, bien sea mediante la ejecución de actividades que mínimo logren: aumentar la velocidad de diseño, rectificar o mejorar alineamientos horizontales o verticales puntuales o continuos, ampliar las secciones geométricas de las vías, ampliación de calzadas existentes o nuevos carriles, minimizar los impactos de sitios críticos o vulnerables y pavimentar incluyendo la estructura del pavimento, entre otros (ANI, 2014).

C.3 Obras de Rehabilitación

De acuerdo con el Apéndice Técnico “Alcance” de los Contratos 4G, en las obras de Rehabilitación el concesionario debe ejecutar un conjunto de obras tendientes a llevar la vía a sus condiciones iniciales de construcción, con el propósito que se cumplan las especificaciones técnicas para las que se diseñó. La Rehabilitación comprende la ejecución de una o más de las siguientes actividades:

(i) Construcción de obras de drenaje, reparaciones de estructuras de pavimento o capa de rodadura, obras de estabilización, otras obras que permitan restituir las condiciones de diseño original del proyecto, etc.

(ii) Para la Intervención de Rehabilitación, se garantizará que el concesionario deberá realizar actividades de mejoramiento en los sitios críticos identificados, bien sea por accidentalidad, geometría o cambio climático, por lo que dichos sitios críticos deberán ser mejorados para ofrecer un nivel de servicio homogéneo, de calidad y seguro en la vía (ANI, 2014).

C.4 Actividades de Operación y Mantenimiento

De acuerdo con el Contrato 4G, cuando se refiere a las actividades de operación y mantenimiento se deberá entender como la realización de las actividades necesarias para permitir el

tráfico en el proyecto en las condiciones señaladas en las especificaciones técnicas, así como la provisión de los servicios asociados a estas (ANI, 2014). De igual forma, las actividades de operación de la(s) vía(s) se regirá por los principios de continuidad, regularidad, calidad del servicio técnico y de la atención al usuario, tecnología avanzada, cobertura, seguridad vial e integridad de la(s) vía(s).

En tal sentido, el Apéndice Técnico 2 de los Contratos 4G establece como obligatorias las actividades que conforman la operación y el mantenimiento de cada proyecto de concesión, entre ellas, pero sin limitarse, las siguientes: el mantenimiento rutinario y periódico de los pavimentos de la(s) vía(s) objeto de la concesión; el mantenimiento de la zona de vía, libre de obstáculos, ramas, troncos, arbustos, piedras, animales muertos y demás objetos que impiden la visibilidad, tránsito y drenaje de la vía; la atención de emergencias como derrumbes o inundaciones que afecten la normal circulación por las vías; el mantenimiento señalización y en general el mantenimiento y operación de las obras de infraestructura construidas y/o entregadas para la operación de la concesión (peajes, áreas de servicio, estación de pesaje, etc.); así como el manejo y control ambiental, entre otras para el correcto desarrollo del proyecto y a cargo de la ejecución de concesionario.

C.5 Vía a Cielo abierto

Es una Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma. Esta sirve para conectar un origen con un destino y no se encuentra cubierta por ningún tipo de revestimiento tipo túnel, ni sobre un puente o viaducto. Así mismo para el presente estudio se tiene en cuenta como calzada sencilla, es decir, que cuenta con dos carriles, es decir, cuenta con especificaciones técnicas de diseño para el tránsito de dos filas de vehículos ya sea unidireccional o bidireccional (INVIAS, 2008).

C.6 Túneles

El túnel es un tipo de estructura subterránea que conecta dos puntos distantes entre sí, los cuales atraviesan superficies planas, accidentadas, montañosas, e incluso mares. Es un cavidad subterránea o subacuática que como solución vial implica una operación vehicular a cielo cerrado (INVIAS, 2008).

C.7 Puentes y Viaductos

Un puente es una estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10m). Suele ser una estructura más sencilla que un viaducto. Mientras que un viaducto es una estructura de ingeniería que atraviesa un valle o cualquier otro accidente geográfico de manera elevada. Los viaductos y los puentes cumplen la misma funcionalidad, aunque los viaductos suelen ser estructuras más complejas (INVIAS, 2008).

Anexo D. Ejemplo de información disponible en el Cuarto de Datos ANI para un proyecto de la 4G de Concesiones Viales

Ilustración 9. Información Disponible Cuarto de Datos ANI -Proyecto 4G Perimetral de Oriente

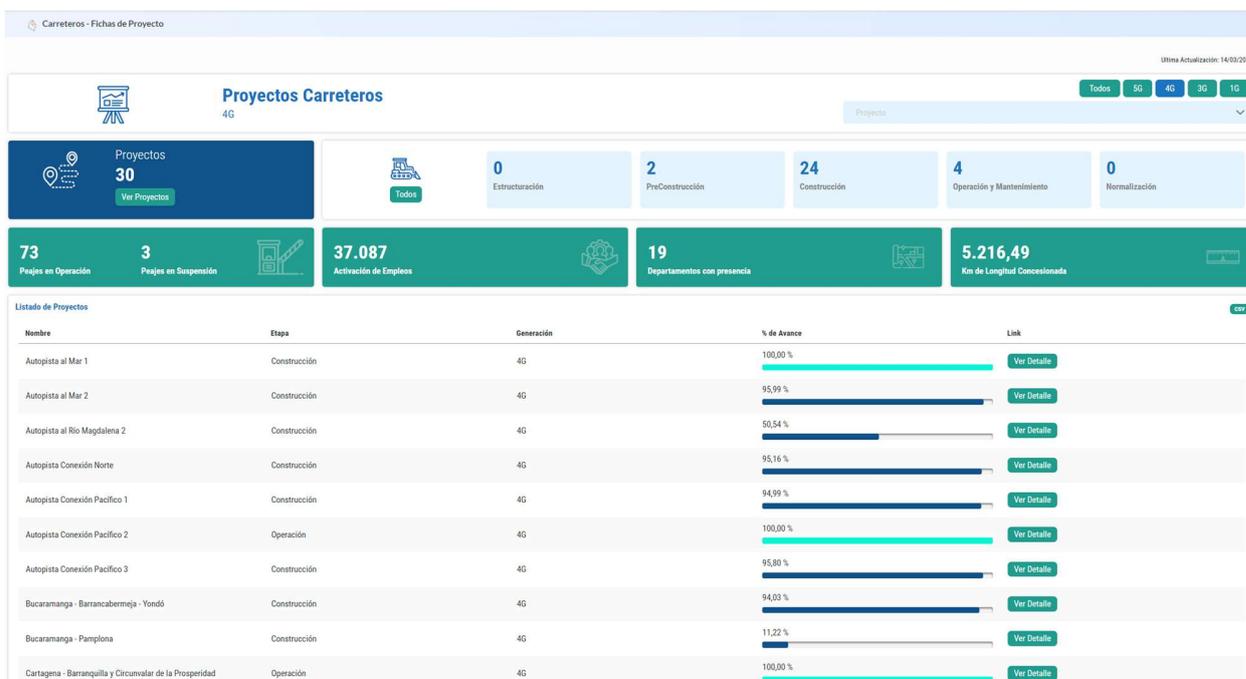
Cuarto Datos ANI 02 > Público > Modo Carretero > Cuarta Generacion > Primera Ola > Perimetral de Oriente [Ⓐ]

	Nombre ↑	Modificado	Modificado por	Tamaño de archi...	Compartir
	1.- Informe Ejecutivo	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	1 elemento	[Ⓐ] Compartido
	2.- Estudio de Tráfico y Demanda	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	3 elementos	[Ⓐ] Compartido
	3.- Estudio de Top y Geom	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	7 elementos	[Ⓐ] Compartido
	4.- Estudio de Hidra, Hidrol, Socv	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	5 elementos	[Ⓐ] Compartido
	5.- Estudio Geotécnico y Geológico	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	4 elementos	[Ⓐ] Compartido
	6.- Estudio de Pavimentos	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	7 elementos	[Ⓐ] Compartido
	7.- Diseño Concep Puentes Pontones Via...	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	6 elementos	[Ⓐ] Compartido
	8-Ambiental Social y Predial	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	10 elementos	[Ⓐ] Compartido
	9.- Estudio y Análi Adicionales	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	5 elementos	[Ⓐ] Compartido
	Información Existente de Referencia	 02/03/2021	Cuarto Datos ANI 02	3 elementos	[Ⓐ] Compartido
	Resolucion de Peajes Perimetral de Orient...	 29/05/2014	BUILTIN\Administrators	380 KB	[Ⓐ] Compartido

Nota: La ilustración presenta la información de carácter público contenida en el Cuarto de Datos ANI, para un proyecto tipo. Fuente: Cuarto de Datos -ANI (<https://www.ani.gov.co/cuarto-de-datos>).

Anexo E. ANIscoPIO Portal de Seguimiento ANI

Ilustración 10. ANIscoPIO - Portal de seguimiento ANI a los proyectos APP



Nota: La ilustración presenta el porcentaje de avance de los proyectos APP de la 4G. Fuente: Portal ANIscoPIO -ANI.

Anexo F. Seguimiento Línea base de tiempo

Ilustración 11. Seguimiento línea base de tiempo de un proyecto tipo 4G



Fuente: Tomado de ANiscopio Junio de 2023.