18 DE MARZO DE 2024

IMPORTANCIA E IMPACTO ECONÓMICO DE LA PREPARACIÓN ESTRATÉGICA DE PROYECTOS DE CAPITAL PÚBLICO EN COLOMBIA

INFORME FINAL

Director | Juan Benavides
Asistente de investigación | Alejandra Fonseca

Fedesarrollo
Calle 78 # 9 - 91, Bogotá, Colombia.
Teléfono: (601) 3259777

@Fedesarrollo

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

Importancia e impacto económico de la preparación estratégica de proyectos de capital público en Colombia

18 de marzo de 2024

Juan Benavides (Director del proyecto)[1]

Alejandra Fonseca (Asistente de investigación)

[1] El autor agradece los valiosos comentarios de Rafael Herz, Juan Camilo Pantoja, el equipo supervisor de la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), y José Javier Suárez, del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de Bogotá.

Índice

Resumen

Capítulo 1. Consideraciones generales

1.1. ¿Qué es el modelo de Preparación Estratégica (PE)?
1.2. Economía política
1.3. Gobernanza de la PE: lecciones internacionales y colombianas

Capitulo 2. Contribuciones de la PE

2.1. Introducción
2.2. Representación esquemática

Capítulo 3. Recomendaciones para la PE

3.1. Estandarización
3.2. Innovación en la flexibilidad
3.3. Fortalecimiento de capacidades

Capítulo 4. Impactos económicos

4.1. Teoría del Cambio de la PE
4.2. Reducción de sobrecostos y retrasos, y crecimiento del PIB

Capítulo 5. Perspectivas

5.1. Extensión subnacional y sectorial
5.2. Gestión de la incertidumbre profunda
5.3. Financiación de la PE

Apéndice 1. Avances en gobernanza en infraestructura de transporte

Apéndice 2. Entrevistas

Apéndice 3. Crecimiento del PIB por mayor velocidad de inversiones

Referencias

Resumen

El objetivo de este documento es exponer la relevancia y el impacto del enfoque de Preparación Estratégica (PE) en el ciclo de vida de los proyectos. La PE, que incluye la pre-inversión y la estructuración clásicas, se expande con bloques adicionales. Se recomiendan medidas para reforzarla y mejorar el desempeño de los proyectos. Integra las experiencias internacionales y de Colombia, y los desarrollos recientes de la práctica y la literatura de gestión de proyectos.

La PE es una inversión en capital paciente. Según Flyvbjerg y Gardner (2023), el éxito de los grandes proyectos está asociado a ´pensar despacio y actuar rápido´. Hay que dedicar tiempo y recursos para que un proyecto reduzca una parte sustancial de la incertidumbre (proceso de *de-risking* a través de análisis, simulaciones computacionales, selección de diseños y modelos financieros apropiados al contexto, anticipación de respuestas a contingencias).

Los mensajes centrales de este documento son:

- La paciencia de la PE es barata, pues reduce sobrecostos y retrasos eficazmente, mejora la probabilidad de buen desempeño operacional y reduce el margen de litigio.
- Con la evidencia empírica disponible para Colombia, los contratos con preparación detallada (diseños avanzados y pagos globales) podrían **reducir los sobrecostos de obra en 16,6% y los retrasos en 8,1%**, en comparación con contratos que tienen un menor nivel de preparación (diseños preliminares y pago por costos unitarios). Sin embargo, el uso de diseños preliminares y pago por costos unitarios es instrumental en intervenciones que exigen agilidad en la entrega.
- De acuerdo con lo anterior**, por cada USD 1,000 millones invertidos en proyectos de capital público, la PE ahorraría USD 166 millones con el uso de la preparación detallada**. Además, **la PE podría elevar en 0,06% la tasa de crecimiento del PIB por la reducción de retrasos**.
- Los proyectos deben disponer de un sistema de aseguramiento de calidad, de una gobernanza y de un liderazgo con capacidad de enfrentar contratiempos. Se deben estructurar APP flexibles que sustituyan litigios por el ejercicio de cláusulas contingentes dentro del contrato.
- Se propone llevar el monto de la preparación hasta el 1,5% del CAPEX de los proyectos para proyectos complejos en todos los sectores. Esto representa un aumento del 0,5% sobre la propuesta del Plan Maestro de Transporte Intermodal (2015), cifra recomendada por expertos en su momento, que se usaría para financiar un sistema de aseguramiento de calidad.

Capítulo 1. Consideraciones generales

1.1. ¿Qué es el modelo de Preparación Estratégica (PE)?

Para propósitos de este trabajo:

- La **pre-inversión** se define como el conjunto de estudios técnicos, ambientales, sociales y de demanda, los análisis de prefactibilidad, factibilidad y estudios de detalle, y los costos de preparación logística que preceden a la estructuración de un proyecto.
- La **estructuración (técnica, financiera, legal y de gestión de riesgos)** incluye la selección de la modalidad de entrega (obra pública o alianza público-privada (APP); y para la modalidad escogida, la asignación de riesgos. Cuando se utiliza el modelo APP, incluye además la definición de proporciones de aportes patrimoniales y de deuda, de los instrumentos de mejora crediticia de forma que se obtengan remuneraciones aceptables por los inversionistas.
- La **Preparación Estratégica** (PE) es un modelo que extiende el trabajo de pre-inversión y estructuración a todo el ciclo de vida de los proyectos. Se aplica tanto a concesiones (Alianzas Público-Privadas -APP) como a obras públicas. Es un paquete de 5 bloques de recorte eficaz de riesgos (*de-risking*), en el que la pre-inversión y la estructuración se encajan en los bloques 3 a 5 que se presentan a continuación:
    - **Bloque 1. Gobernanza y liderazgo**. La gestión del proyecto sobre su ciclo de vida exige un sistema de aseguramiento de calidad, instituciones coordinadas y ´campeones´ que gocen de respeto en el entorno de las intervenciones para orquestar la solución fluida de problemas.
    - **Bloque 2. Salvaguardia de propósito, y aceptación social y ambiental**. Los proyectos deben hacer parte de una visión de largo plazo, provenir de una priorización transparente (en lo posible, de planes maestros de sector o planes de expansión de los proyectos individuales) y de un proceso de validación social y concertación con las autoridades ambientales.
    - **Bloque 3. Verificación del valor social y del valor por dinero**. Los proyectos deben entregar beneficios netos positivos para toda la sociedad. Se debe seleccionar la alternativa contractual que gestione los riesgos, la calidad y la continuidad del servicio al menor costo posible, y estimule la reducción de costos y plazos de entrega.
    - **Bloque 4. Estructuración técnica, financiera, legal y de gestión de riesgos**. La financiación debe estructurarse por equipos técnicos y financieros experimentados, con capacidad de proponer tecnologías y modelos de gestión con mejores prácticas, y mecanismos innovadores de repago.
    - **Bloque 5. Entrega y mecanismos de ajuste**. Los proyectos deben asignarse en competencia. Los operadores deben recibir estímulos por desempeño y gestión de adversidades. Se debe disponer de mecanismos previamente definidos de ajuste y continuidad del servicio.

La aplicación de estos bloques trae las contribuciones presentadas en el Capítulo 3. Para desarrollar esta visión en Colombia, se parte del protocolo de supervisión de proyectos públicos por la Oficina Nacional de Auditoría del Reino Unido (NAO), ampliado con las experiencias revisadas.

1.2. Economía política

Los grandes proyectos de capital público

El valor de la PE es especialmente relevante en grandes proyectos de capital público (infraestructura en sentido amplio: transporte, servicios públicos regulados, educación y salud, entre otros). De acuerdo con Agénor (2013), el capital público es una plataforma transversal a toda la economía, cuyos beneficios a los usuarios directos son una fracción pequeña de los beneficios totales a la sociedad.

La infraestructura impacta el crecimiento económico a través de canales macroeconómicos, y los originados en externalidades. Los canales macroeconómicos incluyen el efecto directo sobre la productividad y el costo de los insumos productivos. Los canales originados en externalidades incluyen las relaciones entre la infraestructura, la acumulación de conocimiento, la salud, la innovación, la difusión de nuevos productos, el género y el crecimiento. Aunque la infraestructura tiene importantes encadenamientos hacia atrás, su aporte más importante radica en habilitar nuevos negocios (por externalidad de red). La inversión en capital público de calidad es vital para impulsar el crecimiento económico.

Flyjberg (2014) define los grandes proyectos como iniciativas de gran escala, complejas, con grandes presupuestos de inversión, que involucran múltiples actores públicos y privados heterogéneos (firmas de ingeniería, agencias públicas, bancos, fondos de pensiones, aseguradoras, etc.), que tienen impactos transformacionales sobre la economía, y que afectan a millones de personas. Las complejidades de los grandes proyectos tienen una larga tradición de análisis sobre sus problemas de gobierno y coordinación, entre los cuales se destacan los análisis de Miller y Lessard (2000) sobre la importancia de establecer mecanismos de información para la gestión del riesgo en presencia de redes complejas de subcontratación a nivel global.

Hirschman (1967) afirma que los grandes proyectos tienen como objetivo cambiar estructuralmente la sociedad, en contraste con los proyectos más pequeños y convencionales que se adaptan a las redes y estructuras económicas existentes. Los grandes proyectos no son magnificaciones de proyectos pequeños porque tienen diferentes niveles de aspiración, esfuerzos y tiempos de preparación y dificultades por enfrentar. Requieren un gobierno y una administración diferentes.

Los grandes proyectos de infraestructura tienen poderosos grupos de interés que los impulsan:

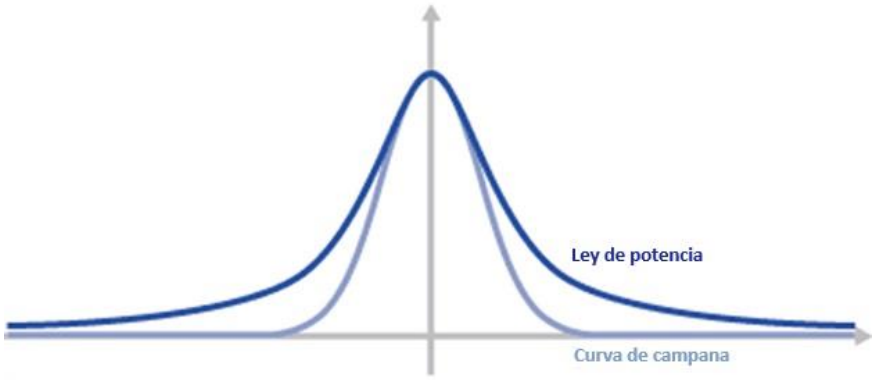
- Los políticos y las administraciones públicas promueven proyectos de infraestructura en parte porque generan contratos y empleo en la región de sus electores, y aumentan su visibilidad y prestigio nacional. Eventualmente, pueden tomar posiciones en contra de los proyectos cuando no están bajo su control y que coinciden con reclamos de las comunidades, si esto aumenta su capital político.

- Los sectores económicos y gremios que se benefician de la construcción de obras civiles. Incluyen las firmas de ingeniería y consultoría, los contratistas de obra, los suministradores de equipos e insumos directos de construcción, banqueros de inversión, firmas de abogados, propietarios de terrenos y desarrolladores de finca raíz.

Por su parte, el sector público (i) usualmente tiene capacidades limitadas de estructuración y liderazgo para tomar decisiones que aseguren la culminación exitosa del proyecto o la solución de controversias; y (ii) en grandes proyectos, casi siempre subestima los costos y tiempos de construcción y sobrestima los beneficios.[2]

Varios factores contribuyen a la aparición de objeciones políticas, sobrecostos, retrasos, y renegociaciones oportunistas: (i) los proyectos no responden a una necesidad socialmente aceptada, y/o se emprenden con niveles de diseño de ingeniería o estudios de demanda preliminares; (ii) la subestimación de costos y la sobrestimación de beneficios; (iii) contratos mal diseñados y gobernanza débil; y (iv) las distribuciones de probabilidad de los sobrecostos y los retrasos se rigen usualmente por leyes de potencia con ´colas gordas´ que incluyen eventos de gran impacto negativo con una probabilidad relativamente alta, como se presenta en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Colas gordas y eventos extremos. La Curva de Campana vs la Ley de Potencia: La importancia de las 'colas gordas'



Fuente: Buchanan (2004).

La importancia de la PE de los proyectos para mitigar la ´supervivencia del menos apto´

La simultaneidad de la subestimación de costos y la sobrestimación de beneficios tiene implicaciones para la justificación de un proyecto. Específicamente, Flyjberg (2009) encuentra que la coincidencia de subestimación de costos y sobrestimación de beneficios lleva al fenómeno denominado ´supervivencia del menos apto´ (*survival of the unfittest*), que se traduce en la siguiente relación:

[2] Flyjberg (2002) encuentra en una muestra de proyectos de diversos países durante 70 años, por ejemplo, que 9 de cada 10 proyectos férreos sobrestiman el tráfico, y que el 50% de los proyectos viales tiene predicciones que se desvían ± 20% de la proyección original.

{**costos subestimados + beneficios sobrestimados = logro de financiación**}

El afán de dejar una buena impresión con una propuesta de proyecto refleja un conflicto de interés (´problema de agencia´). Los conflictos de interés se eliminan en parte con estudios más completos y con la introducción de un sistema de gobernanza con pesos y contrapesos en los que participen partes con intereses que no estén correlacionados.

En Chile, por ejemplo, los contratos de concesión de transporte se firman por el Ministro de Hacienda (que maneja la restricción presupuestal pública) y por el Ministro de Transporte y Telecomunicaciones (entidad a cargo de la ejecución). En *project financing*, el logro del cierre financiero señaliza que los inversionistas de deuda consideran que los proyectos son viables y que existe un nivel de aportes patrimoniales que reduce los riesgos de incumplimiento de pago de la deuda e incentivan la construcción y operación disciplinadas.

Un gobierno puede reducir el riesgo de aprobación de proyectos que destruyen valor económico por la subestimación de costos y la sobrestimación de beneficios con una mayor responsabilidad por las decisiones públicas y una mayor responsabilidad del sector privado (dos canales de *accountability*):

- En el primer caso, se deben estandarizar las metodologías de análisis costo-beneficio y, siguiendo la práctica de Noruega que se discute en el Capítulo 3, encomendar los análisis costo-beneficio y de valor por dinero a entidades neutrales frente al gasto, realizar las proyecciones con expertos independientes e incluir comparaciones con proyectos similares en condiciones constructivas, ambientales, sociales y de demanda. Los proyectos con análisis costo beneficio negativo o valor por dinero negativo no deben considerarse en los paquetes de financiación pública.
- En el segundo caso, se debe promover tanto como sea posible la expansión de la base de actores para estimular la competencia en la adjudicación de proyectos. La competencia en el mercado y la vigilancia de la deuda en proyectos es una fuente importante de transparencia y responsabilidad por los actos privados. Con un sistema de pesos y contrapesos adecuado, se pueden reducir las presiones por presentar favorablemente un proyecto. El sector público se debe enfocar en velar por el buen uso de los fondos públicos, y en desactivar los factores que activan los sobrecostos y retrasos.

Corrupción en contratos de infraestructura

Campos, Engel, Fischer y Galetovic (2019) analizan el caso de corrupción de Odebrecht que afectó a varios países de América Latina en la década pasada. Los autores mencionados enfatizan que, una vez asignada una licitación, se produce la *transformación fundamental* (Williamson): la competencia por el proyecto se transforma en monopolio. Después de la asignación de la licitación (donde un corrupto tiene ventajas en su puja frente a firmas ´honestas´ porque puede ofrecer valores inferiores a los competitivos si anticipa la captura de rentas posteriormente), aumenta la asimetría de información.

Puesto que la atención del público, órganos de control y prestamistas se centra en el proceso de licitación y las entidades públicas pueden tener escasos recursos legales de su lado o son débiles, un contratista corrupto tiene ventajas durante la operación. Según los autores mencionados, las ganancias de los corruptos se materializan principalmente en la renegociación de contratos donde se pagan sobornos. Sin embargo, no se puede identificar automáticamente la renegociación con la corrupción. Hay que separar las renegociaciones causadas por factores por fuera del control de los actores, de las renegociaciones inducidas por influencia o por soborno.

De cualquier manera, la preparación disminuye el margen de acción de la corrupción al reducir la materialización de riesgos y al incorporar cláusulas que transforman reclamaciones litigiosas en activación de pagos previamente delimitados y activados por hitos verificables. Por este canal, se reducen los sobrecostos de los proyectos.

1.3. Gobernanza de la PE: lecciones internacionales y colombianas

Experiencias internacionales

El informe de OCDE (2017) *Getting Infrastructure Right. The Ten Key Governance Challenges and Policy Options* tiene como mensaje central que ´la infraestructura es principalmente un reto de gobernanza´. La gobernanza débil (*poor governanc*e) es una de las principales razones por las que los grandes proyectos enfrentan sobrecostos, retrasos y deficiencias en la calidad del servicio. El ciclo de vida pasa por el diseño, los trámites ambientales y con comunidades, la selección de contratistas, la estructuración técnica, financiera, legal y de riesgos, la construcción, la operación y el mantenimiento. Cada eslabón de la cadena está sujeto a obstáculos y riesgos.

El informe mencionado evalúa las experiencias de 25 países e identifica los siguientes problemas transversales: los proyectos de infraestructura son vulnerables a la captura, la corrupción y mala gerencia; la dinámica política puede interferir con el análisis y selección de proyectos; los procesos de consulta con actores son incompletos o pueden capturarse; la coordinación entre entidades de gobierno es compleja y puede conducir a una baja integración de los proyectos con el resto de la red de transporte; la inestabilidad normativa y regulatoria aumenta los riesgos a los inversionistas y encarece el costo del proyecto, o puede disuadirlos de participar; las agencias ejecutoras tienden a concentrarse en la construcción y/o ejecución, mientras que la vigilancia tiende a descuidar el monitoreo de la fase de operación, y la ausencia de información pública sobre los contratos refuerza las preocupaciones sobre potencial de fraude y falta de transparencia.

La OCDE (2017) identifica 10 retos que recogen la experiencia de los 25 países de la muestra, a través de entrevistas, que se convierten en elementos para reforzar o crear un sistema de PE:

Reto 1. Desarrollar una visión de largo plazo
Se deben priorizar las intervenciones que añadan valor económico, e introducir costos políticos visibles a cambios arbitrarios. Esto se logra en parte con la elaboración de planes maestros, cuando aplique, y de decidir sobre los proyectos dentro de esquemas de pesos y contrapesos.

Reto 2. Gestionar las amenazas a la integridad

La Iniciativa para la Transparencia del Sector de la Construcción (CoST, en inglés) estima que, a nivel mundial, entre el 10 y el 30% de la inversión en proyectos que reciben fondos públicos se pierde por mala gestión o corrupción, que puede ocurrir en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto.

Reto 3. **Elegir la modalidad adecuada de entrega**

Las decisiones de entrega de proyectos de capital público consisten en elegir (i) entre una Alianza Público-Privada (APP) o un contrato de obra pública, y (ii) utilizar financiación corporativa o *project finance*. Estos asuntos se discuten en las Cajas 1, 2 y 3.

Caja 1. Alianzas Público Privadas (APP)

La Ley 1508 de 2012 establece que ´las APPs son un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona 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´. Una APP atrae capital y habilidades gerenciales privadas al desarrollo de proyectos públicos. Los proyectos de APP se financian con aportes patrimoniales y deuda obtenida en los mercados de bonos o con la banca comercial y de desarrollo. El inversionista privado es responsable del diseño definitivo, gestión predial, de redes y ambiental, financiación, construcción, operación y mantenimiento. Si la obra sale más cara o se retrasa, sus consecuencias quedan en cabeza del privado. La remuneración por disponibilidad durante la operación del proyecto genera incentivos para construir una obra de buena calidad. Con aportes patrimoniales sustanciales se disminuyen los riesgos de abandono o construcción lenta. El Estado reduce la presión presupuestal y los proyectos, desde el instante cero, aparecen en el balance de activos del sector público (cuando se usan en concesiones con reversión de activos). Además. se dinamizan y sofistican los mercados de capitales.

Fuente: elaboración propia.

Caja 2. Obra pública

En Colombia, la obra pública se rige por la Ley 80 de 1993, que se define como un contrato administrativo que tiene como objeto realizar una obra material para el Estado, a través de procedimientos públicos, con la finalidad de satisfacer intereses colectivos. El contratista privado recibe una contraprestación del Estado por la ejecución del contrato, como propietario de la obra. La obra se realiza sobre bienes inmuebles. Un contratista de obra pública no es un operador financiero y requiere el reembolso inmediato de los costos incurridos. Generalmente, la responsabilidad sobre la calidad de los activos construidos se cubre con seguros o garantías por un tiempo limitado, pero no hay operación de los activos por parte del constructor.

Fuente: elaboración propia.

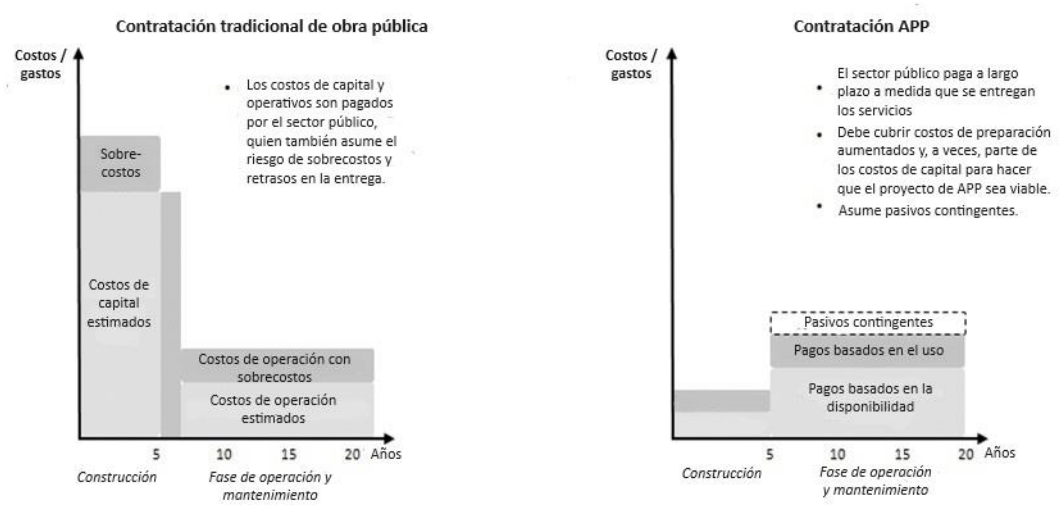
Caja 3. Financiación corporativa vs. *Project finance*

Con el uso de financiación corporativa, la administración de una firma consolida los flujos de caja de todos los proyectos en una única entidad legal. Los riesgos de todos los proyectos se distribuyen entre toda la empresa. En consecuencia, el éxito o el fracaso de cada proyecto determina el desempeño general de la empresa y su balance se ve directamente afectado, ya que los activos generales de la empresa se usan como colateral (garantía). En caso de problemas de repago de deuda, los prestamistas tienen un derecho legal sobre todos los activos de la empresa. Las empresas que planean expansiones grandes y gozan de ingresos maduros y estables pueden utilizar este modelo, utilizando flujos de efectivo de proyectos existentes. Los proyectos candidatos a financiarse con *project finance* suelen ser intensivos en capital y con períodos de construcción largos. El modelo de *project finance* no solo atrae inversión privada para la prestación de bienes públicos, sino habilidades y técnicas especiales para mejorar su desempeño. El capital se inyecta a una compañía de propósito específico para el proyecto en función de su flujo de caja previsto, que junto con los activos del proyecto se mantienen como garantía del capital prestado. Los riesgos quedan asignados explícitamente. En caso de incumplimiento de repago de la deuda, el reclamo del prestamista se limitará únicamente a los activos del proyecto específico y a la garantía adicional (sin recurso a los activos de los patrocinadores o accionistas del proyecto).

Fuente: elaboración propia.

La Gráfica 2 compara los perfiles de riesgos retenidos (gris oscuro) por el sector público al usar una APP o una obra pública. En la asignación de riesgos mostrada en el ejemplo de la gráfica, los sobrecostos afloran en los contratos de obra pública, pero no en los contratos de APP, y que los pagos al privado en una APP se efectúan por disponibilidad.

Gráfica 2. Ejemplo de riesgos retenidos por el sector público. Obra pública vs. APP

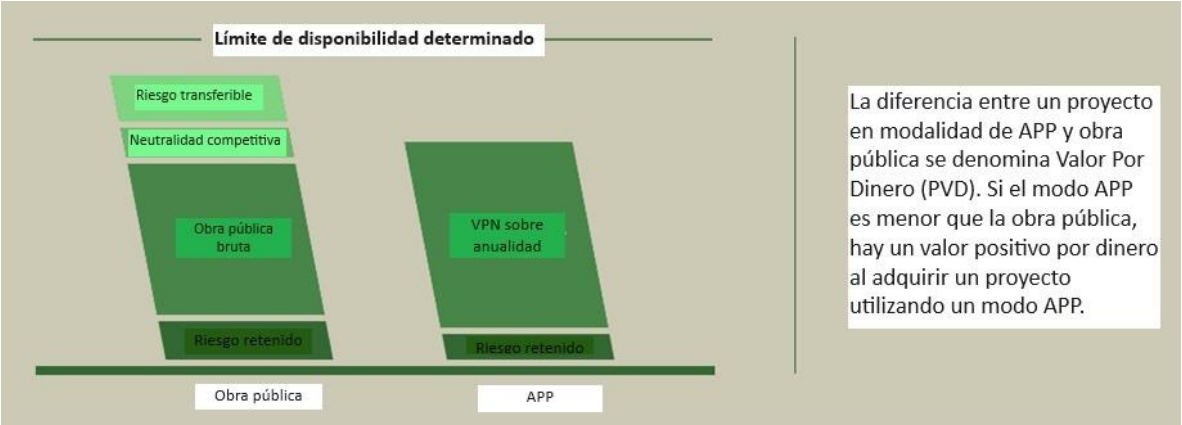


Fuente: World Bank (2023).

Dependiendo de la naturaleza de los riesgos, su nivel relativo con la inversión y su asignación a un operador privado, una concesión puede añadir ´valor por dinero (VPD)´. El análisis de VPD ayuda al sector público a determinar si una APP genera más valor que un contrato de obra pública en la prestación de un servicio. La aspiración de una APP es asignar los riesgos de un proyecto entre el sector público y el sector privado para reducir los costos totales del riesgo mediante la gestión óptima de cada parte, de acuerdo con sus habilidades y capacidades.

La Gráfica 3 presenta esquemáticamente un análisis de VPD que compara los costos totales de un proyecto estructurado mediante obra pública y mediante una APP.[3] En el esquema mostrado, la APP es menos costosa que la obra pública.

Gráfica 3. Ejemplo esquemático de un análisis de Valor por Dinero (VPD)



Fuente: Athena Economics (2022).

En principio, una obra pública y una concesión producirían los mismos resultados si se prepararan en igualdad de condiciones. Sin embargo, las obras públicas en Colombia tienen estructuraciones incompletas, porque se asume que ´con los estudios y diseños técnicos es suficiente´. Sin embargo, no se dedican recursos suficientes para atender los bloques 1 y 2 de preparación, Además, no se examina en detalle: (i) un esquema de remuneración ajustado al riesgo asumido por el contratista, para no ahogarlo financieramente, (ii) un diseño de contrato que regule las obligaciones y alinee los intereses públicos con los privados bajo el contrato, y (iii) condiciones de seguros y pólizas adecuadas.

[3] Para calcular el VPD, el sector público debe (i) crear un comparador del sector público (CSP), que tenga en cuenta el costo durante el ciclo de vida de construir, operar y disponer finalmente un proyecto mediante un contrato de obra pública, además de los costos explícitos de los riesgos (que usualmente no se incluye en la contabilidad de costos de obra); (ii) estimar el costo de la alternativa APP durante su ciclo de vida, que debe intentar reproducir los resultados de una puja competitiva que incorpore los costos del ganador y su estructura financiera (costo del capital de acuerdo con el riesgo asumido); y (iii) comparar ´manzanas con manzanas´; los costos públicos se deben ajustar por el riesgo asumido y se debe ajustar por neutralidad competitiva (ajustes originados en ventajas o desventajas comparativas del sector público a raíz de su carácter de propietario del proyecto).

Reto 4. Asegurar una regulación clara y estable

Las regulaciones no deben introducir incertidumbre en las reglas sobre los ingresos de los inversionistas o contratistas (tarifas, peajes, aportes públicos) porque esto aumenta los costos de la deuda, reduce la disposición a invertir, o reduce la inversión en calidad.

Reto 5. Integrar procesos de consulta y diálogo

Los procesos de consulta deben tener en cuenta el tamaño del proyecto, y entender las observaciones y solicitudes de los diferentes actores, con la guía del interés general.

Reto 6. Establecer un mecanismo funcional de coordinación intergubernamental

La coordinación no se debe reducir a la comunicación entre entidades públicas, sino que debe llegar a decisiones vinculantes para reducir los costos de implementación y la incertidumbre en procesos de preparación de los proyectos, que en el caso de Colombia abarcan el licenciamiento ambiental y la gestión de comunidades y predios.

Reto 7. Proteger los costos y el valor por dinero

Este es un deber de la vigilancia de proyectos para que el esfuerzo fiscal de apropiar vigencias futuras (que tiene un costo de oportunidad en otras inversiones de alta rentabilidad social) valga la pena. Hay que confirmar la capacidad de pago de los usuarios (peajes), especialmente cuando los proyectos cruzan áreas socialmente deprimidas. Las interrupciones y conflictos en construcción y operación pueden destruir todo el valor identificado en una buena preparación del proyecto.

Reto 8. Producir, procesar y difundir información útil

Las políticas de infraestructura de todo sector deben estar basadas en datos disponibles al público. La información pública debe estar en un formato sencillo que permita al lector entender la importancia del proyecto, sus dimensiones financieras y físicas básicas, y el valor económico que se crea. Además de esta descripción breve, se deben dar indicadores de la evolución del proyecto.

Reto 9. Asegurar la funcionalidad de los activos en toda la vida útil del proyecto

Esta es una responsabilidad de supervisión que recae en su primera línea de atención sobre las agencias públicas encargadas de los proyectos. El apoyo de diversos entes de vigilancia es importante para garantizar, en primer término, que las entidades públicas perseveren en sus tareas de gestión contractual y, en segundo término, para evitar que la reducción de las penalizaciones de no cumplimiento deteriore el desempeño de los proyectos.

Reto 10. Diseñar para crear proyectos resilientes

La economía tiene períodos sin crisis, que se interrumpen de manera infrecuente por eventos ´catastróficos´ que reducen el consumo o la riqueza de manera abrupta y sustancial (más del 15%). Los impactos de eventos en los tipos de crisis mencionadas tienen distribuciones de probabilidad para las cuáles la media no tiene significado o no existe. De acuerdo con Flyvbjerg, Budzier y Lunn (2020), sin que importe el tamaño del mayor evento extremo registrado, siempre habrá un evento aún más extremo (´regresión a la cola de la distribución´). Su aparición es sólo cuestión de tiempo.

Esta es la condición que Kay y King (2020) denominan *incertidumbre radical*. En este contexto, se deben tomar *decisiones robustas*. Las decisiones robustas, que deben incorporarse en el marco de la preparación, no se basan en predicciones, sino en examinar las vulnerabilidades que se deben evitar dentro de un marco de restricciones presupuestales.

Además de enfrentar los retos mencionados, la preparación estratégica debe ayudar a mitigar los riesgos estratégicos que se presentan a continuación:

Riesgo 1. Seleccionar proyectos ´malos´
Son proyectos no priorizados en el contacto de una política o un plan de largo plazo, y/o con análisis costo-beneficio que sobreestima los beneficios y subestima los costos, y/o que no añaden valor por dinero y/o que no son sostenibles en las dimensiones financiera, social o ambiental.

Riesgo 2. Extender o cambiar el alcance de proyectos por iniciativa pública no sustentada
Los gobiernos, por cuenta propia o por presión política, pueden aumentar de manera imprevista las cantidades de obra o el alcance geográfico de un contrato por fuera procesos competitivos y del proceso de preparación. Este comportamiento se denomina *renegotiation without hold up*; Engel, Fischer y Galetovic 2006).

Riesgo 3. Cambiar las reglas contractuales de manera arbitraria
Sucede cuando un gobierno decide cambiar las reglas del juego sobre remuneración o reconocimiento de costos después de firmado un contrato de concesión. Los eventos de este tipo pueden ocurrir si un gobierno cede a presiones para reducir el valor de los pagos de los usuarios o su indexación, por ejemplo, o no honra sus compromisos de aportes para cubrir riesgo compartidos, o promueve proyectos que duplican ineficientemente activos que proveen servicios similares y reducen la rentabilidad de los proyectos existentes.

Riesgo 4. Crear un ambiente de renegociación contenciosa permanente
Sucede cuando los riesgos de un proyecto quedan mal asignados, se materializan, los contratos no incluyen protocolos de solución de crisis, y el estado y los concesionarios y contratistas se enfrentan legalmente. Este ambiente facilita que los contratistas oportunistas apuesten por recurrir a prácticas social o legalmente condenables para modificar los contratos a su favor (por ejemplo, relajamiento en reconocimiento de costos, extensión arbitraria de plazos, etc.).

Riesgo 4. Adaptar deficientemente los proyectos con el entorno social y ambiental
Los procesos de licenciamiento y consulta pueden ser incompletos y dejar problemas que emergen durante la operación del proyecto, que incluyen desde la dificultad de que las comunidades aledañas accedan a pagar los peajes, y afectaciones no mitigadas sobre el entorno o los ecosistemas. El contexto social y económico puede cambiar sistemáticamente y afectar la rentabilidad de los proyectos sin no existen mecanismos prefijados de ajuste.

Experiencias en Colombia: el caso de las APP en transporte

La construcción de los bloques de Preparación Estratégica en Colombia se ha desarrollado de manera gradual, partiendo de la conformación de instituciones, y luego, por la definición de planeación sectorial e instrumentos de estructuración financiera, y concentrada en el sector de infraestructura de transporte interurbano.

Entre 2011 y 2020, se realizaron avances para promover concesiones bajo el esquema de APP, que incluyen desarrollos eficaces y progresivos en los frentes contractual, de gestión ambiental y de coordinación interinstitucional. Esta modernización de la gobernanza ha permitido que al sector ingresen mayores recursos de inversión privada. Los avances más relevantes se enumeran en detalle en el Apéndice 1. Con la promoción de las APP en infraestructura de transporte, Colombia ha avanzado en los siguientes aspectos:

- El Estado ha atraído inversionistas sofisticados que aportan nuevas tecnologías de diseño de ingeniería y gestión de activos.
- Los proyectos se aprueban al superar la prueba del análisis costo beneficio.
- Los proyectos de APP deben pasar el análisis de valor por dinero.
- La competencia en las licitaciones de los proyectos APP presiona la reducción de costos y estimula la introducción de tecnologías innovadoras.
- La estructuración mediante *project financing*, que se ha desarrollado principalmente en la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), ha introducido la disciplina de los mercados de deuda y la gestión de riesgos.
- La asignación de riesgos de acuerdo con las mejores prácticas internacionales y la utilización de una estructura contractual que protege al interés público ha sido objeto de reconocimientos internacionales.
- El Estado reduce la presión presupuestal corriente y de mediano plazo con el estímulo a inversiones privadas en bienes públicos que siempre están en el balance del estado.
- El programa de 4G ha sido exitoso en gran medida porque se hizo un proceso de estructuración de los proyectos anticipó y previno la atención a contingencias complejas para los proyectos.

Sin embargo, la experiencia nacional en proyectos de transporte es menos fuerte en los bloques de salvaguardia de propósito y aceptación social, y en entrega y mecanismos de ajuste. Por ejemplo: (i) las comunidades aledañas a las autopistas de 4G que tienen una alta densidad de peajes por km construido, no perciben un aumento de su calidad de vida ni de actividades productivas; (ii) los proyectos concesionados enfrentan numerosas contingencias que tienen todavía una interpretación amplia y terminan con frecuencia en litigios, patrón que se pueden mitigar con las innovaciones de flexibilidad que cambian litigio por ejercicio de opciones que se pueden codificar dentro del contrato, y activar de acuerdo con la ocurrencia de hitos observables y verificables.

Opiniones de expertos

Se entrevistó a expertos en gerencia y ejecución de proyectos de infraestructura en diferentes entidades nacionales y regionales de Colombia, con un grupo de preguntas cuyas respuestas se

presentan en el Apéndice 2. Las principales conclusiones, que se han incorporado en el diseño del modelo de Preparación Estratégica y en los mensajes centrales de este estudio, son las siguientes:

- Se debe disponer de una gobernanza que preserve la dirección general del proyecto, con acciones innovadoras y oportunas, y con coordinaciones a todo nivel de gobierno. Esta gobernanza exige tanto la supervisión conjunta del desempeño entre actores relevantes, como un líder carismático y reconocido a nivel local.
- La opinión anterior, que es reiterada en la mayoría de las entrevistas realizadas, coincide con las observaciones de Basu (2015) acerca de la importancia del liderazgo cuando las partes de una transacción deben acordar la solución a un problema con riesgos insuficientemente caracterizados o vagamente incluidos en el contrato del proyecto.
- Los análisis de costo-beneficio carecen de estándares por clase de activos, lo que genera dificultades de comparación y facilitan la subestimación de costos y la sobrestimación de beneficios.
- Los costos de estructuración de una obra pública y concesión son aproximadamente los mismos. Incluso, muchas firmas de abogados en Colombia encuentran que los contratos de obra pública pueden ser más complejos que las concesiones. La diferencia estaría dada por el nivel de avance de los estudios técnicos, toda vez que algunas entidades públicas creen que la construcción de obras públicas tiene que licitarse con una ingeniería a nivel de Fase 3 (detalle), lo cual, en opinión de los entrevistados, no se siempre se requiere.
- Deben definirse mecanismos que balanceen de manera transparente la eficiencia de la inversión en sentido estrecho (análisis costo beneficio a 20 años con las demandas tendenciales), y el potencial transformador de las grandes obras de capital público, cuyos frutos se verían en el largo plazo, pero que están sujetas a gigantescos riesgos de sobrecostos y retrasos.
- El modelo de preparación compuesto por {transferencia del riesgo de diseño al contratista + plazos fijos + pagos globales + uso de BIM} reduce los sobrecostos y demora en la entrega de proyectos urbanos de Bogotá entre 2019 y 2023 en comparación con otros modelos con menor preparación, como se documenta en la sección 4.2.
- La opinión de los entrevistados es que cada peso invertido en reducción de riesgos ex ante da grandes frutos futuros, y que la cofinanciación local y sectorial ayuda a comprometer el apoyar el proyecto en todo el ciclo de vida.

Capítulo 2. Contribuciones de la PE

2.1. Introducción

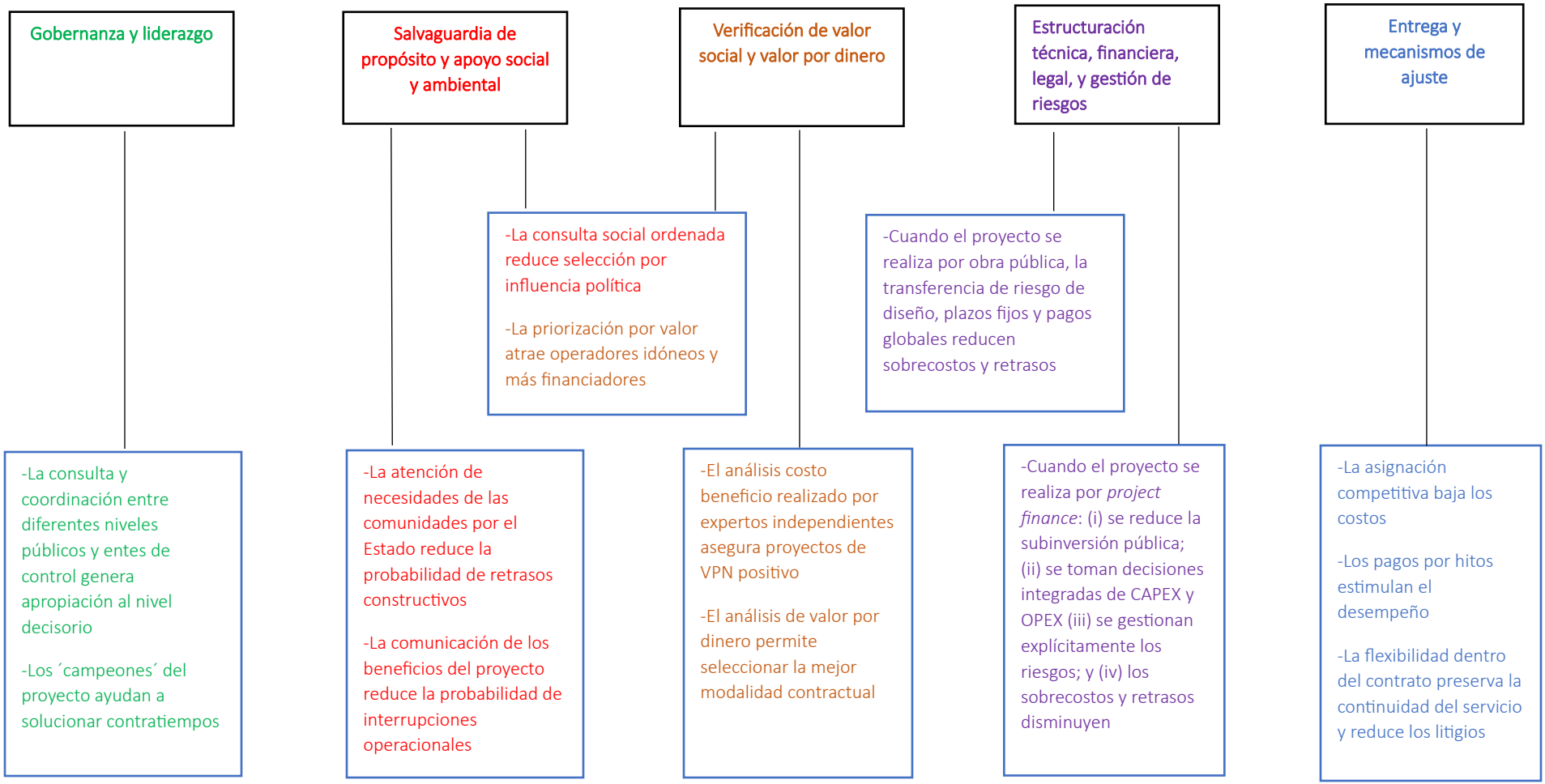
La experiencia nacional e internacional de la construcción de los bloques se resume en tres lecciones:

- Los cinco bloques de preparación son complementarios y se refuerzan entre sí. Se construyen de manera paulatina.
- Es posible construir y operar proyectos sólidos a nivel individual, sin que el resto de los bloques de preparación se haya consolidado. Esto sucede cuando el costo de la mitigación y la retención de riesgos es aceptable para los inversionistas de deuda.
- Sin embargo, la ampliación de la escala de la inversión privada en capital público en concesiones exige rodear el potente instrumento de la estructuración técnica, contractual, financiera y legal con el resto de bloques discutidos.

2.2. Representación esquemática

La Gráfica 4 muestra las contribuciones de los cinco bloques de PE que pueden surgir de la aplicación de las recomendaciones de la sección 2.4. Algunos beneficios se realizan dentro de proyecto individuales y otros por la creación de un ecosistema habilitante.

Gráfica 4. Contribuciones de la PE de proyectos de capital público



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

Capítulo 3. Recomendaciones para la PE

La implementación del modelo PE tiene una secuencia preferible (de izquierda a derecha en la Gráfica 4), que parte de construir una gobernanza y una cartera de intervenciones que responda a prioridades de política pública, seguida por el fortalecimiento de capacidades de ajuste con el entorno y de estructuración técnica, financiera y legal.

Estas habilidades surgen de manera diferente en cada país. Puesto que una estructuración con *project finance* se basa en la solidez de los flujos de caja de un proyecto, los tenedores de deuda ejercen una función de vigilancia que *sustituye en parte la debilidad institucional*. Por tanto, es posible desarrollar buenos proyectos en un marco de preparación ´incompleto´. En Colombia, por ejemplo, la institución de planeación sectorial de transporte (UPIT) sólo empezó a funcionar en 2021, y la capacidad de preparación de contratos de obra pública es muy débil, pero la institucionalidad que gravita alrededor del uso de APP es destacable a nivel internacional, como se presenta en el Apéndice 1. La fortaleza de los procesos de estructuración en Colombia ha sido determinante para avanzar en la entrega de proyectos con desempeño ampliamente satisfactorio, sin perjuicio de avanzar en mejorar los bloques 1, 2 y 5 de PE.

En este capítulo se presentan recomendaciones para fortalecer el modelo de preparación de Colombia. Se aplican tanto a concesiones como a obra pública. En ambas modalidades de entrega hay grandes oportunidades de avanzar en estandarización, innovación en flexibilidad, y en aumento de capacidades, como se presenta a continuación.

3.1. Estandarización

Se deben adaptar metodologías y plataformas de gerencia de proyectos y de gerencia de ahorro de costos de proyectos de infraestructura. Estos modelos pueden estandarizar, digitalizar y mejorar la gestión de proyectos por obra pública o APP a cualquier nivel de gobierno. Con ello se reducen los tiempos de revisión y se logra mayor transparencia y control en la maduración de los proyectos (Comisión de Infraestructura 2019), que incluyen, por ejemplo, el Modelo de las 5 Dimensiones (*Five Case Model*), Building Information Modelling (BIM), y el Project Initiation RouteMap (PIR). Por su parte, Plan Radar (2023) dispone de una batería de aplicaciones computacionales para la construcción de varios tipos de obras civiles complejas, como carreteras y autopistas, puentes, construcción y mantenimiento de túneles, empresas de energía. Los beneficios que Plan Radar enumera para sus aplicaciones incluyen el acceso inmediato a información desde cualquier dispositivo, la gerencia de subcontratistas, la recolección flexible de datos, la reacción en tiempo real, la optimización de la inspección, el aseguramiento del cumplimiento, y la seguridad del almacenamiento de la información.

También se deben estandarizar los procesos de análisis costo-beneficio por clase de activos, para asegurar comparabilidad y ayudar a mitigar la subestimación de costos y la sobrestimación de beneficios. Los gobiernos de Chile y Reino Unido Los británicos tienen una serie de manuales de uso obligatorio que guían los ABC, que imponen limites a lo que se puede o no utilizar como beneficios.

Por último, se recomienda adecuar y extender el uso del modelo de preparación compuesto por {transferencia del riesgo de diseño al contratista + plazos fijos + pagos globales + uso de BIM}, aprovechando la experiencia contractual desarrollada por el IDU.

3.2. Innovación en flexibilidad

A continuación de discuten tres innovaciones en flexibilidad para mejorar la probabilidad de éxito de proyectos en un contexto de incertidumbre. Las dos primeras están basadas en la aplicación del enfoque de opciones reales y la tercera está basada en las lecciones derivadas en la práctica de varias muchas décadas en gestión de proyectos por parte de Flyvbjerg y Gardner (2023). La Caja 3 caracteriza el papel de las opciones reales.

Caja 3. Opciones reales

Una opción real, en su connotación original, otorga a las empresas el derecho, pero no la obligación, de aprovechar las oportunidades de inversión. Las opciones reales se inspiraron en los derivados financieros, pero difieren en el hecho de que se no se ejercen para comprar o vender acciones transadas, sino para decidir sobre expandir, esperar, cambiar de contrato o abandonar. Más recientemente, se han expandido para convertirse en un enfoque de gestión que aprovecha la flexibilidad gerencial para eliminar los impactos negativos y capitalizar los impactos positivos *dentro* de los proyectos. La escasa utilización de las opciones reales dentro de los proyectos se debe en parte a que, a diferencia de las opciones reales sobre el proyecto, se requiere un conocimiento detallado de la tecnología, las decisiones dependen de la trayectoria previa de decisiones, y son difíciles de definir y valorar.

Fuente: elaboración propia.

La **primera innovación** consiste en incorporar *opciones reales de crecimiento* en los contratos. Fichman y Keil (2005) mencionan tres tácticas para introducir estas opciones:

- **Táctica 1**. En lugar de agrupar características inciertas del proyecto inicial para eliminarlas si las cosas no van bien en una primera etapa, trasladar estas características inciertas a un proyecto de segunda etapa.
- **Táctica 2**. En lugar de emprender inmediatamente un proyecto incierto para abandonarlo eventualmente más adelante, diferir el inicio del proyecto.
- **Táctica 3**. En lugar de utilizar la financiación por etapas tradicional (que incorpora la opción de abandono de etapa), preparar un proyecto de modo que cada segmento completado genere valor comercial (opción de crecimiento por etapas).

Las opciones de crecimiento son útiles especialmente en clases de activos en los que las experiencias de estructuración son todavía preliminares y se requiere avanzar en la curva de aprendizaje antes de proceder a invertir en escalas grandes y/o en ampliar la base de aliados que pueden ofrecer servicios altamente especializados, como en educación y salud, por ejemplo.

Por su parte, Duarte y de Neufville (2021) proponen usar el método de *opciones reales de gestión* dentro de los contratos para reducir el riesgo (*de-risk*) de los proyectos, subrayando el papel de discutir con detalle (i) el tamaño, (ii) la localización y (iii) la función de los proyectos (teniendo en mente el progreso tecnológico).

La **segunda innovación** consiste es usar la metodología de *APP flexibles* para reducir el margen de las renegociaciones. Las APP flexibles incorporan técnicas de opciones reales que balancean la tensión entre compromiso y flexibilidad. El uso de contratos rígidos a largo plazo es una causa perdida, pues las entidades públicas no pueden comprometerse con políticas a prueba de renegociación. Por su parte, los inversionistas no están obligados a soportar pérdidas continuas para cumplir con el contrato.

Hasta la fecha, la renegociación ha sido la alternativa más recurrente para enfrentar los riesgos y contratiempos de los contratos La renegociación tiene como objetivo reajustar el equilibrio financiero del proyecto. Sin embargo, la renegociación tiene tres inconvenientes: (i) se realiza a puerta cerrada, lo que perjudica la transparencia y la competencia por el mercado que promueve el modelo de APP; (ii) por lo general, las entidades públicas no la contabilizan o no la definición de lo que constituye un evento eximente de responsabilidad es ambigua; y (iii) tiene costos elevados y requiere largos plazos para que las partes lleguen a un acuerdo.

Con el uso de flexibilidad dentro de los proyectos, lo que antes eran litigios se pueden convertir en el ejercicio de opciones incluidas en las cláusulas del contrato. La flexibilidad dentro del proyecto puede sustituir la renegociación, preservar la competencia por el mercado y garantizar una mayor transparencia de toda la transacción.

Ben Haiza (2017) realiza un esfuerzo pionero en desarrollar y modelar opciones reales dentro del proyecto, desarrollando la línea de trabajo inicialmente planteada por Wang y de Neufville (2005). Este autor plantea que el nivel de ingresos es el principal determinante de la salud financiera de un proyecto. Estos ingresos rara vez se predicen con precisión, lo que hace que el clásico contrato rígido de APP esté expuesto a renegociaciones sustanciales. Investiga cuatro familias de cláusulas flexibles, algunas de las cuales se han ensayado parcialmente en las distintas generaciones de concesiones viales de Colombia, y han sido recomendadas por la Comisión de Expertos de Infraestructura (2019), con variantes:

- **Ampliación de la garantía de ingresos mínimos**. Se introduce un período de ´refracción´, que separa al menos dos fechas de ejercicio consecutivas, con el fin de facilitar la gestión presupuestaria de la garantía.
- **Ajuste dinámico de la tarifa**. Se utiliza para corregir la desviación de los ingresos obtenidos respecto de los esperados, con una configuración de múltiples ejercicios de la opción.
- **Combinación del contrato de Mínimo Valor Presente de Ingresos con una garantía de ingresos mínimos**. Esto conduce a una garantía de vencimiento con fecha abierta y que cambia con la estrategia de ejercicio de la opción.
- **Renegociación con una cancha de juego acotada en el contrato original**. Esta cláusula permite ampliar simultáneamente la duración del contrato y aumentar la tarifa unitaria.

La **tercera innovación** está encaminada a combatir los sobrecostos, los retrasos y las interrupciones en grandes proyectos con la introducción de una cultura de gestión basada en el aprendizaje de experiencias empíricas de alto impacto. Se puede aplicar en cualquier modalidad de entrega (APP u obra pública). Ha sido desarrollada por Flyvbjerg y Gardner (2023), quienes proponen:

- **Pensar despacio y actuar rápido**. Los autores plantean que un proyecto grande no se puede enfrentar con soluciones concebidas a la carrera. El gran tamaño de un proyecto implica que tiene grandes consecuencias, ya sea en el lado de sus beneficios, o de sus perjuicios, en caso de que su desarrollo salga mal o sea un fiasco. Al pensar despacio, los planificadores, diseñadores y estructuradores se pueden equivocar a bajo costo sobre el papel o en simulaciones computacionales, por ejemplo, con el apoyo del modelaje con ´gemelos digitales´. Pensar cada aspecto de un proyecto con la consideración que merece lo coloca en un excelente lugar para ejecutar de manera veloz y precisa. Al cerrar rápidamente la ventana de actividad (o ´la ventana de la fatalidad´, como dice Flyvbjerg), se reduce enormemente el riesgo de que las cosas salgan mal, especialmente cuando se aprovecha el haber planificado con ´lentitud´. En realidad, *lo que mata los proyectos es el tiempo de exposición a riesgos estratégicos*, no su tamaño. Antes de las investigaciones de Flyvbjerg, esto nunca se había documentado.
- **Pensar de derecha a izquierda**. Flyvbjerg y Gardner plantean que los proyectos exitosos cuentan siempre con un equipo que entiende claramente cuál es su propósito y luego, durante toda la fase de entrega, está atento a cómo resuelven contratiempos con un alto nivel de preparación. Lo primero que se debe hacer con un proyecto es preguntarse qué problema resuelve y qué impactos tendrá. Sólo cuando se tenga una buena respuesta sobre las razones y un orden de magnitud de los beneficios, se puede empezar su estructuración técnica y financiera. Pensar 'de derecha a izquierda´ es el modo de clásico de la gerencia de proyectos, amparado en diagramas de Gantt, en los que el resultado final aparece a la derecha, y todas las actividades requeridas para llegar al resultado quedan a la izquierda. Flyvbjerg y Gardner proponen revertir este proceso, partiendo por la derecha, y avanzar hacia la izquierda. Y, cuando el proyecto llega a su fase de entrega, mantener una vigilancia estrecha para asegurar la materialización de los resultados,
- **Construir modularmente**. La práctica promedio de gestión de proyectos es un desastre y las buenas prácticas son un caso atípico. Flyvbjerg y Gardner investigaron qué tipos de proyectos funcionan bien y cuáles no. Empíricamente, encontraron que los proyectos con mejor rendimiento son los proyectos de energía renovable, como la eólica y la solar, y la razón es su modularidad. Los autores invitan a armar los proyectos con bloques de construcción (como Lego). Esto obliga a dedicar tiempo a diseñar cada tipo de bloque de forma que se pueda ensamblar de manera recurrente y replicar a escala con agilidad, Esto es un ejemplo de la aplicación de ´pensar despacio y actuar rápido´.

Las innovaciones de Flyvbjerg y Gardner (2023) van en contravía de algunas prácticas en boga, tales como poner en marcha proyectos con diseños preliminares (´mínimo producto viable´) para luego mejorarlo de izquierda a derecha, algo difícil de aplicar con inversiones irreversibles.

3.3. Fortalecimiento de capacidades

A continuación, se presentan las necesidades de fortalecimiento de capacidades en los bloques de la PE, que responden a los retos, riesgos y experiencias analizados, y los dos grupos de recomendaciones planteadas:

Gobernanza y liderazgo

- Conformar en cada sector o unidad territorial una entidad (ente gestor) que identifique necesidades, calibre aspiraciones, evalúe alternativas, priorice y vigile. Las principales tareas en este frente son la elaboración de planes maestros y la coordinación entre entidades.
- Adoptar un sistema de aseguramiento de calidad y designar una entidad y líder empoderado (´campeón´) con capacidad de gestionar contratiempos del entorno general del proyecto y orquestar voluntades y decisiones para asegurar el desempeño de los proyectos.
- Conformar un equipo de dirección y coordinación para gestionar los proyectos, que esté cargo de la gerencia del sistema de aseguramiento de calidad.

Salvaguardia de propósito y aceptación social y ambiental

- Reforzar un sistema de pesos y contrapesos para reducir la posibilidad de alteración discrecional o de abandono con el ciclo político (conversión forzosa del proyecto en un ´elefante blanco´).[4] En las regiones, este sistema puede conformarse con un modelo de talleres de trabajo orientados por el ente gestor, que genere acuerdos entre actores relevantes. Estos acuerdos serán vinculantes en la medida que incluyan la financiación de compensaciones a los ´perdedores´, en caso de que el proyecto los genere.
- Diseñar, con la coordinación de la entidad designada, un sistema de consultas sociales y ambientales que no se limite al cumplimiento mecánico de normas y que coordine con el estado un plan de gestión de las restricciones de economía política del proyecto.

Verificación de valor social y del valor por dinero

- Estandarizar los protocolos de análisis costo-beneficio y delegar los análisis costo-beneficio (ACB) a entidades independientes de las agencias ejecutoras.
- Cuando se comparen la alternativa de APP y la obra pública, seleccionar mediante un análisis de VPD que incorpore en detalle el análisis de riesgos. Los análisis de VPD deben estar a cargo de entidades independientes de las agencias ejecutoras.

Estructuración técnica, financiera y legal

- En proyectos de gran tamaño y complejidad, precalificar las firmas por capacidades técnicas y financieras, y por consecución de financiación, en proyectos de gran tamaño y complejidad, y usar diseños en una fase avanzada. Esto puede asegurar que los proyectos se van a realizar por

[4] Un elefante blanco es un proyecto de evaluación social negativa. Se origina en un sistema de redistribución ineficiente, cuando es difícil hacer promesas de largo plazo a los electores. Ver Robinson y Torvik (2005).

consorcios que ya han pasado por una curva de aprendizaje que emprenden proyectos que ya han surtido un proceso de reducción de riesgos.

- Usar la matriz de riesgos del CONPES 4117 de 2023. Asegurar aportes patrimoniales y mejoras del perfil de riesgo en contratos por *project finance* para atraer a los inversionistas institucionales.
- Introducir las prácticas de estandarización en el diseño y administración de proyectos, y de innovación en flexibilidad dentro de los proyectos, de acuerdo con las recomendaciones de las dos secciones anteriores.

Entrega y mecanismos de ajuste

- Asignar contratos en competencia. Los pagos deben realizarse por hitos y por desempeño.
- Diseñar mecanismos de ajuste (opciones reales) dentro de los contratos y protocolos justificados de salida del operador, para asegurar la continuidad del servicio y minimizar el surgimiento y profundidad de litigios.

Capítulo 4. Impactos

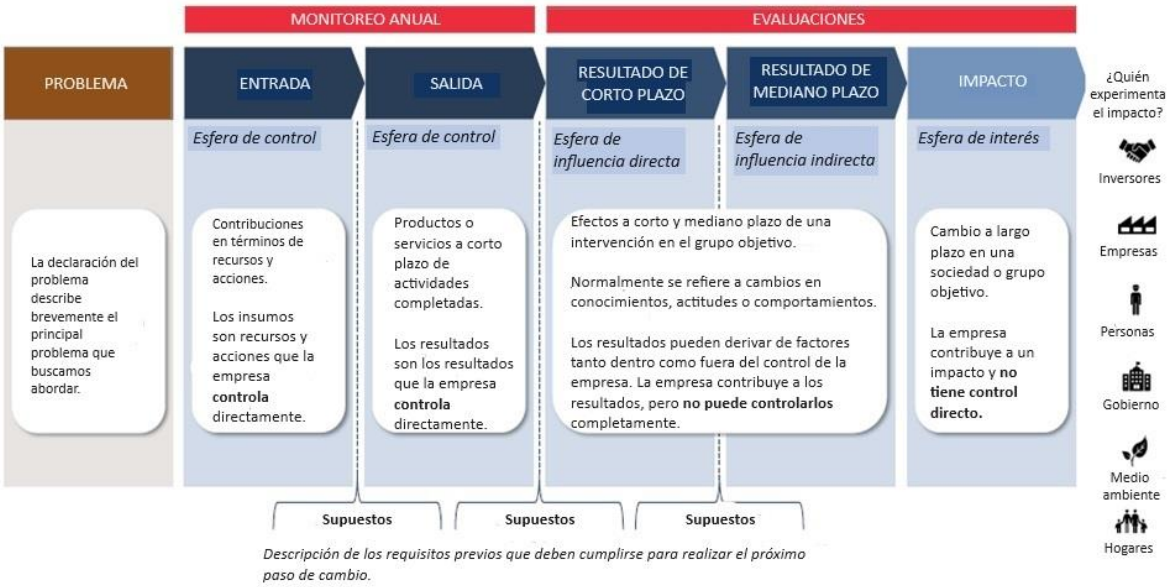
4.1. Teoría del Cambio de la preparación de proyectos

Se propone una Teoría del Cambio (TdC) para derivar indicadores clave sobre la eficacia de la preparación. Una TdC muestra la cadena de relaciones causales (denominada ´lógica vertical´) entre las actividades de preparación y su impacto. La TdC hace explícita la relación entre insumos, productos y resultados:

- Los insumos (*inputs*) son los recursos necesarios para la construcción y fortalecimiento de los 5 bloques de la PE.
- Los productos (*outputs*) son las consecuencias tangibles e inmediatas de las actividades realizadas con ayuda de los insumos.
- Los resultados (*outcomes*) son los cambios en el desempeño de los proyectos.
- El impacto es el cambio de largo plazo en la sociedad, como el efecto sobre el crecimiento y el bienestar.

La calidad de cada eslabón y la fortaleza de sus conexiones resultan de un proceso con participación de muchos actores (Center for Theory of Change, 2021). La Gráfica 5 presenta el formato genérico para construir y actualizar una TdC.

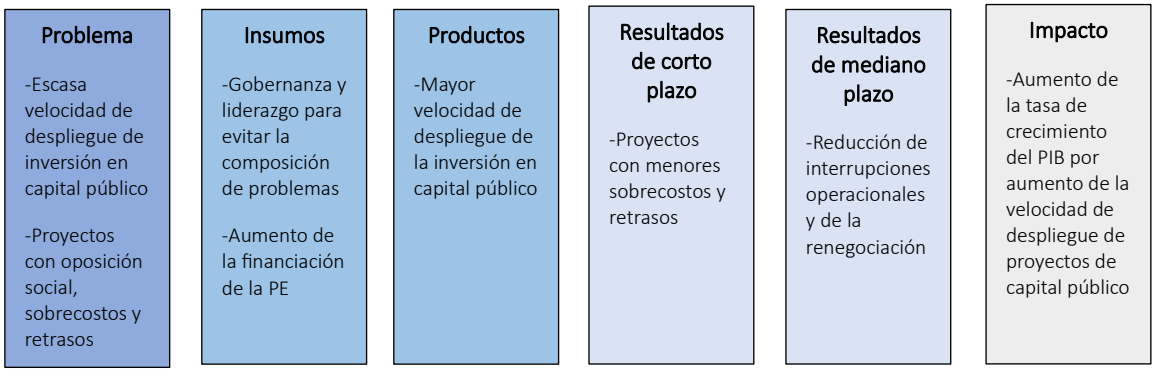
Gráfica 5. Formato genérico de una Teoría del Cambio



Fuente: (Nordfun, 2020).

La TdC para la preparación de proyectos que se propone se muestra en la Gráfica 6, asociada a los siguientes indicadores de resultado e impacto:

Gráfica 6. Teoría del cambio de la preparación estratégica (PE) de proyectos



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

- I**ndicadores de resultado**. En el corto plazo, reducción de costos, y reducción de retrasos. En el mediano plazo, reducción de interrupciones operacionales y de litigios.
- **indicador de impacto.** Contribución incremental del capital público al crecimiento del PIB por aumento de la velocidad de despliegue de la inversión en capital público.

4.2. Impactos sobre reducción de sobrecostos y retrasos, y crecimiento del PIB

Introducción

El esfuerzo de construir la teoría de cambio sirve para sustentar el aumento de esfuerzos de preparación y presiona por la construcción de los indicadores de producto, resultado y de impacto. La estimación de los indicadores de producto, resultado y de impactos de la preparación de proyectos presenta los siguientes retos:

- A nivel mundial, no existen estudios numéricos sistemáticos para evaluar el impacto numérico de la buena preparación de proyectos. Los valores estimados dependerán de la definición y registro contable de ´sobrecostos´, ´retrasos´ y ´renegociación´ por parte del sector público, asuntos en que todavía existe diferencias conceptuales y normativas.
- La preparación tiene curvas de aprendizaje peculiares a cada clase de activos.

Los indicadores de aporte de la preparación deben evitar la doble contabilidad con políticas complementarias para aumentar la inversión en capital público, como el fortalecimiento del ecosistema de financiación, por ejemplo. Se debe contrastar la mala y la buena preparación con una muestra estadística amplia de proyectos que pertenezcan a la misma clase de activos (análisis contrafactual).

Se recomienda al Estado colombiano iniciar la medición de los indicadores propuestos en la sección anterior. Con los retos mencionados en esta introducción, se presentan órdenes de magnitud del

impacto de la preparación en los siguientes indicadores: reducción de sobrecostos y aumento de la tasa de crecimiento del PIB por mayor velocidad de inversión de los proyectos bien preparados.

Impacto 1: reducción de sobrecostos y retrasos

Experiencia internacional

La Tabla 1 muestra los promedios de sobrecosto para una muestra mundial de 258 proyectos de infraestructura de transporte en 20 países en 5 continentes.

Tabla 2. Sobrecostos en proyectos de infraestructura de transporte

Tipo de proyecto	Número de casos	Promedio de sobrecosto (%)	Desviación estándar
Trenes	58	44.7	38.4
Puentes y túneles	33	33.8	62.4
Carreteras	167	20.4	29.9

Fuente: Flyjberg (2009)

Los sobrecostos de los proyectos *aumentan porcentualmente* con el presupuesto del proyecto y con el tiempo de construcción. Flyjberg (2004) encuentra estadísticamente que (i) el porcentaje de sobrecostos es una función del logaritmo del presupuesto inicial y que (ii) el porcentaje de sobrecostos es una función lineal de la duración del período de construcción. Como se observa, estas regularidades estadísticas informan las recomendaciones de Flyjberg y Gardner (2023) en términos de construir modularmente y ´actuar rápido´ después de ´pensar despacio´ para reducir los sobrecostos que se presentaron en la sección 2.2.

Deloitte (2023) plantea que la asignación apretada de recursos a la preparación de proyectos es una decisión basada en un entendimiento equivocado de su función. Cuando se hace correctamente, la preparación trae beneficios que pueden superar con creces sus costos. BCG (2023) encuentra, para proyectos de tecnología (IT), que la pérdida potencial por un retraso importante en un proyecto puede oscilar entre el *100% y el 170% del costo de inversión*, y que con inversiones de reducción de riesgo un monto de sólo el 3% del presupuesto del programa, se puede generar un retorno de 30 a 60 veces el costo. Esta estimación puede incluir un sesgo del tipo ´*cherry picking*´ y tiene las dificultades de la transferencia de resultados a diferentes países y otras clases de activos, pero da un indicio de los valores más optimistas del impacto de la preparación en la reducción de riesgos.

Pocos estudios a nivel mundial encuentran una relación econométrica del impacto de la preparación sobre la mejora de desempeño de los costos. En su esfuerzo pionero de cuantificación, Welde y Klakegg (2022) proporcionan evidencia de que las metodologías mejoradas de estimación de costos (costeo estocástico)[5] combinadas con el aseguramiento externo de la calidad pueden reducir

[5] La estimación estocástica de costos se utiliza para considerar la incertidumbre en parámetros de entrada y producir estimaciones basadas en probabilidades. La mediana (la P50) se usa a menudo por los tomadores de decisiones que están dispuestos a aceptar un riesgo del 50% de sobrecostos. Si los costos se distribuyen normalmente, el P50 y la media serán idénticos, pero la realidad es que la distribución de costos podría estar

significativamente los costos. Estos autores utilizan datos de 96 proyectos públicos en Noruega que implementaron un sistema de control de calidad para grandes proyectos de inversión en el año 2000.

Un sistema de control de calidad (QA) busca asegurar un nivel deseado de calidad en el desarrollo, producción y entrega de productos y servicios. Se apoya en buenas prácticas conocidas, como la revisión por pares independientes y externos de pronósticos de los casos de negocio se han considerado, con el propósito de *reducir los sesgos de subestimación* de costos discutidas en la sección 1.2. El sistema de control de calidad se utiliza además como parte de un sistema integral de gobernanza de proyectos en el que una parte financiadora introduce sistemas y regulaciones para asegurar que los proyectos sean exitosos.

El sistema de QA de Noruega es un modelo de portal de entrada por el que deben pasar todos los grandes proyectos de capital público. Está conformado por dos revisiones externas: (i) QA1, aseguramiento de la calidad de la elección del concepto antes de que el gobierno decida iniciar un anteproyecto; y (ii) QA2, aseguramiento de la calidad de las estimaciones de costos antes de que el proyecto se presente al Parlamento para su aprobación y financiación.

La Tabla 3 muestra las estadísticas descriptivas de los costos finales de los proyectos que han pasado por el sistema de QA de Noruega, en comparación con el presupuesto formal del que se ha eliminado el sesgo de subestimación. Los principales resultados estadísticos son:

- A partir de 2020, un proyecto de inversión típico del gobierno noruego experimenta una pequeña reducción de costos. En promedio, los costos finales están 4,4% *por debajo del presupuesto*. En otras palabras, los grandes proyectos noruegos experimentan un comportamiento que contrasta con la mayoría de otros estudios sobre este tema. El resultado es significativamente diferente de cero al nivel del 95% [t(95) = –2,4, p = 0,02]. La moda, o el valor más común, es –1,8%.
- La dispersión es grande, con una desviación estándar del 17,8% y un rango entre valores mínimos a máximos de 43% por debajo del presupuesto a 84% por encima del presupuesto.
- Sólo dos proyectos tienen sobrecostos superiores al 30%. El intervalo de confianza para la media fue de –7,9% a –0,2%, lo que implica que, para esta muestra, un proyecto aleatorio que ha pasado por el sistema de QA experimentará una reducción de costos en el 95% de los casos. Esto es alentador para los tomadores de decisiones.
- La contingencia de ´imprevistos´ añadida en los proyectos ha sido suficiente para que los proyectos se mantengan dentro del presupuesto en la mayoría de los casos.

fuertemente sesgada hacia la derecha. Hay un límite de cuánto Los costos pueden subestimarse, pero casi no hay límite en cuanto a cuánto pueden se puedan sobrestimar. Por ejemplo, un sobrecosto del 100% es posible, pero un subcosto del 100% es imposible. Por lo tanto, la media o la valor esperado, puede ser significativamente mayor que la mediana. Emhjellen et al. demostró que la media puede ser del 20% por encima de la mediana en una estimación de costos con un sesgo positivo y argumentaron que la práctica de utilizar la mediana en lugar de la media podría explicar parte de los sobrecostos observados en muchos proyectos.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas del desempeño de costos de proyectos que han pasado por el sistema de QA de Noruega

Parámetro	Costo total del desempeño N = 96	Sobrecostos N = 26	Reducciones de costos N = 70
Promedio de error porcentual	-4.4%	16.2%	-12.2%
Mediana	-5.0%	11.6%	-10.1%
Moda	-1.8%	3.6%	-1.8%
Desviación estándar	17.8%	16.9%	10.6%
Promedio de la desviación absoluta	12.3%	10.6%	8.2%
Error estándar de la media	1.8%	3.2%	1.3%
Mínimo	-43.4%	1.7%	-43.4%
10%	-24.7%	2.8%	-27.8%
25% (Q1)	-13.2%	4.2%	-18.1%
50%	-5.0%	11.6%	-10.1%
75% (Q2)	1.7%	22.3%	-3.8%
90%	16.1%	26.3%	-1.8%
Máximo	84.1%	84.1%	-0.1%

Fuente: Welde y Klakegg (2022).

Los protocolos QA1 y QA2 de Noruega reflejan de manera condensada una parte importante de las tareas que se proponen para la preparación de proyectos en Colombia (especialmente en los bloques de gobernanza y liderazgo, y verificación del valor social y el valor por dinero. Con todas las dificultades de trasladar parámetros entre países, se deben esperar avances que lleven a Colombia al terreno de la reducción de costos, una vez se eliminen los sesgos de subestimación.

Experiencia colombiana

En Colombia se han desarrollado obras importantes que han salido bien libradas. Generalmente se han ejecutado por instituciones con una gobernanza e institucionalidad fuerte, como el IDU.

El Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de Bogotá está a cargo de la programación, desarrollo técnico, construcción y mantenimiento de las vías troncales la Malla Arterial Principal y la Malla Arterial Complementaria de la ciudad de Bogotá D.C. (que suman 15 mil km carril), de acuerdo con las operaciones estructurantes y programas fijados por el Plan de Ordenamiento Territorial, del espacio público y de las obras asociadas a Transmilenio. Su presupuesto en el último Plan de Desarrollo Distrital fue de COP$ 12 billones. El IDU también ha realizado o realiza los estudios de prefactibilidad del Metro, cables y corredores férreos antes de que se conviertan en empresas.

El IDU ha compilado estadísticas del desempeño de 4 tipos de contratos entre 2019 y 2023, que reflejan diferentes grados de preparación. Para propósitos de este trabajo, interesa la comparación entre el ´Esquema 1´ y el ´Esquema 2´:

- El ´Esquema 1´ se licita en fase 2 o fase 3 de diseño, con bajo riesgo de cantidades. Se otorga libertad de diseño al contratista, que asume su riesgo. El 85% de la remuneración se efectúa con pagos globales y el 15% con costos unitarios, para la gestión de redes de servicios (especialmente de acueductos) y desvíos, sobre los que existe alta incertidumbre. El modelo se

ha aplicado a proyectos complejos (por ejemplo, Transmilenio, cimentaciones y puentes). El universo de proyectos terminados es 26, y 2 de ellos utilizan el software BIM.

- El ´Esquema 2´ se licita cuando hay baja certeza en cantidades y urgencia de entrega (los diseños avanzados pueden tomar 1,5 años). El 100% de la remuneración se realiza por costos unitarios. El modelo en modelos se ha aplicado a proyectos más sencillos que los del Esquema 1. El universo de proyectos terminados es 59, y 1 de ellos utiliza BIM.

A continuación, se realiza una comparación de alto nivel entre los dos modelos en contratos terminados:

- Los diseños avanzados del Esquema 1 reducen drásticamente el riesgo de cantidades, y la solidez técnica y jurídica de la institución, combinada con los pagos globales, dificultan la aparición de litigios e incentiva el control de los costos y el cumplimiento de plazos constructivos.
- El % de desviación del costo en obra en el Esquema 1 sin BIM es de 4,5%. A su vez, el % de desviación del costo en obra en el Esquema 2 es de 21,1%.
- El % de desviación del plazo en obra en el Esquema 1 sin BIM es de 30,8%. A su vez, el % de desviación del plazo en obra en el Esquema 2 es 38,9%. Hay muchas rigideces en los trámites con entidades como el acueducto, la CAR y la ANLA, que son comunes a ambos esquemas.
- Las comparaciones entre los dos esquemas no son inmediatas. Por un lado, los esquemas descritos se han usado para clases de activos diferentes, los proyectos y duraciones son de complejidades y montos de inversión distintos, y el tamaño muestral de los dos tipos de proyectos es distinto. Por otro lado, se gestionan por una misma entidad con capacidades técnicas y jurídicas elevadas, y el Esquema 2 ahorra alrededor de un año de tiempo en diseños, lo que reduce en un 25% el costo del contrato.
- Con estas advertencias, el uso de un modelo más avanzado de preparación y de incentivos (Esquema 1) genera una **reducción de costos de obra del 16,6%** con respecto al modelo menos avanzado de preparación e incentivos aplicable, y **una reducción del 8,1% en los retrasos de entrega** con respecto al modelo menos avanzado de preparación.
- El software BIM acelera procesos y genera un ahorro de 30% en los costos de diseño.

Impacto 2: aumento de la velocidad de crecimiento del PIB

Benavides, Martínez, Forero y Villar (2017) investigan el impacto de la inestabilidad y debilidad normativa socioambiental en diferentes tipos de proyectos de infraestructura sobre la velocidad de la inversión en proyectos de diferentes tipos de infraestructura (transporte, telecomunicaciones, electricidad, petróleo y derivados, gas natural). El estudio encuentra que los problemas en gobernanza y liderazgo, y en aceptación social y ambiental conducen a *una reducción de la velocidad de inversión programada del 15%*.

Con un fortalecimiento en la preparación, se producirá *un aumento de la velocidad de la inversión ya programada*. A su vez, la velocidad de la inversión se traducirá en un aumento de la velocidad de crecimiento del PIB. Este impacto se puede estimar con ayuda de un modelo de crecimiento endógeno que relaciona el cociente x entre el capital público (infraestructura en sentido amplio;

acervos de activos de los sectores central y subnacional del gobierno + servicios públicos financiados tanto por el sector público como por el sector privado) y el capital privado (edificaciones, fábricas), con la tasa de crecimiento del PIB. La Tabla 4 muestra que en los últimos 10 años (FMI 2021), el cociente entre capital público (PLC), que incluye el acervo de capital en APP, y capital privado (PRI) se ha mantenido estable, y alcanzó el valor máximo de la década (0,2535) en 2019. Este es un valor inferior al cociente de países desarrollados, que usualmente es superior a 0,30.

Tabla 4. Evolución del cociente entre Capital Público y Capital Privado en Colombia

Año	Capital Público (PLC)	Capital Privado (PRI)	PLC/PRI
2010	170,6	753,3	0,2265
2011	179,2	805,9	0,2224
2012	192,0	863,7	0,2223
2013	207,7	918,9	0,2260
2014	225,3	978,6	0,2302
2015	244,4	1047,1	0,2334
2016	263,9	1116,7	0,2363
2017	286,3	1177,2	0,2432
2018	307,4	1236,6	0,2486
2019	328,2	1294,6	0,2535

Fuente: FMI (2021). Valores de los activos en 2017 US$ miles de millones. El capital público incluye el capital APP.

La relación utilizada para estimar el impacto de una mayor velocidad de inversión programada, que se deriva en detalle en el Apéndice 3, es:

$$\Delta\gamma = \Phi\Delta x$$

En esta expresión, $\Delta\gamma$ es el cambio en la tasa de crecimiento per cápita de la economía atribuible a un cambio Δx en el cociente entre capital público y capital privado, y Φ es el multiplicador incremental entre cambios en el cociente x y la tasa del crecimiento del PIB, que se calcula de la siguiente manera:

$$\Phi = \frac{\alpha \cdot (1-\alpha) \cdot (1-\tau) \cdot x^{\alpha-1}}{\sigma}$$

donde α es la potencia del acervo de capital público per cápita en la función de producción de la economía, τ es la tasa del impuesto de renta, x es el cociente entre los acervos de capital público y privado, y σ es el inverso de la elasticidad de sustitución inter-temporal del consumo.

Una política pública factible alineada con las necesidades de dinamizar la economía puede consistir en elevar el cociente x entre capital público y privado de Colombia de 0,254 a 0,259 en un año, con inversiones en vías terciarias, infraestructura social y energías renovables.

Si la tasa de crecimiento del capital privado se mantuviera en 5,8% anual para el siguiente año (velocidad histórica), el capital público debería crecer al 6,8% para cumplir con esta política. El incremento de 0,005 en el cociente *x* exigiría a una inversión total en capital público de US$ 7,54 mil millones en un año.

Si en el corto plazo se lograra que las actividades en los bloques críticos de la preparación llevaran inversión en capital público del 85% al 90% de ejecución, al aplicar el modelo se obtiene que se aumentaría la tasa de crecimiento del PIB en **0,06%**.

*

Como ejercicio en otras dimensiones de la gestión de proyectos, el McKinsey Global Institute (MGI 2013) en su informe *Infrastructure productivity: How to save $1 trillion a year.* se enfoca en el aumento de productividad de la infraestructura. El estudio concluye que, si los propietarios de infraestructura de todo el mundo adoptaran las mejores prácticas de gestión, se podría aumentar la productividad de la inversión en infraestructura para lograr ahorros del 40 %. Este trabajo sugiere que se podría diferir por un período largo la inversión en expansión de capital en infraestructura. El estudio no contiene información suficiente para separar los aportes respectivos de la preparación de los de la buena administración de activos.

Capítulo 5. Perspectivas

Un problema de Colombia es la inexistencia de una cultura de preparación de proyectos, que en general se entiende y reduce a la realización estudios técnicos básicos. Esto deriva en una serie de problemas contractuales, presupuestales y de pérdida de la confianza de los ciudadanos hacia el sector público que no logra materializar promesas (obras) en realidades. Además de trabajar en la creación de esta cultura en todos los sectores y niveles, que es un complemento necesario para la eficacia de la PE, se discuten a continuación las perspectivas de ampliar la preparación del nivel nacional al territorial, y del sector de infraestructura al resto de la infraestructura.

5.1. Extensión subnacional y sectorial

Los proyectos subnacionales están sujetos de manera exacerbada al ciclo político local y a las demandas de las comunidades, y a su composición con el resto de los factores de riesgo. Con independencia de aplicar todos los bloques de preparación, la suerte de los proyectos subnacionales dependerá esencialmente de la gobernanza y el liderazgo local para evitar que los proyectos se conviertan en ´caballos muertos´ (proyectos que no despegan o no funcionan).

La gobernanza de proyectos locales requiere una coordinación recurrente con las autoridades nacionales que influyen en las decisiones de ir adelante con un proyecto, o que lo pueden marchitar. Se debe conformar un plan de choque para la adopción de sistemas de aseguramiento de calidad por fuera de las cuatro o cinco principales ciudades del país, que disponen de gobernanzas y capacidades suficientemente sólidas. Estos planes pueden realizarse para las grandes regiones que se usan en los Planes Nacionales de Desarrollo.

El principal frente de extensión de la preparación de proyectos al nivel sectorial consiste en extender el uso de las APP con *project finance* a infraestructura social, que está en sus comienzos en Colombia. Existen grandes necesidades de aumento de cobertura y mejora de la calidad en educación para los que los presupuestos públicos con insuficientes, así como en dotación de IPS de diferente nivel y especialización. Las experiencias en infraestructura de transporte no siempre se pueden aplicar directamente a los demás sectores, y el grado de asimetría de información y de incompletitud de los contratos es diferente.

El estudio más completo sobre el impacto de las APP con *project finance* ha sido desarrollado por Fabre y Straub (2021). Estos autores registran que (i) en la base de datos de la iniciativa Private Participation in Infrastructure (PPI) del Banco Mundial, las inversiones en APP entre 1990 y 2019 en países de ingreso medio y bajo ascienden a US$ 1,5 trillones americanos, representados en 6.600 proyectos; (ii) las APP representan el 10% de la inversión anual en infraestructura de los países en desarrollo.

El estudio discute, de manera detallada, la evidencia empírica cualitativa de las ventajas y dificultades de la aplicación de las APP en transporte (vías, ferrocarriles, servicios transporte en buses, puertos y aeropuertos; energía (generación, transmisión, distribución, distritos térmicos; agua; y educación y salud. Se encuentra que la evidencia internacional del impacto diferencial de las APP en contraste con la propiedad y gestión pública es (i) ambigua en transporte; (ii) ambigua en

energía (depende de la madurez del contexto regulatorio); (iii) positiva en cobertura del agua, pero mixta en calidad y en reducción de la mortalidad infantil; (iv) positiva en educación en cuanto al uso eficiente de insumos y la reducción de costos operacionales; (v) negativos en salud, por ausencia de incentivos al desempeño en los contratos. En todos los sectores, las ganancias de eficiencia y asignativas dependen del diseño específico de los contratos y del contexto regulatorio.

La preparación de proyectos en diferentes sectores se puede beneficiar de un análisis profundo de los atributos sectoriales que se presentan en la Tabla 4. Debido a una combinación de un factor negativo (mediocre contractibilidad de los servicios) y un factor positivo (innovación potencial alta), los sectores de educación y salud enfrentan tanto un desafío en la introducción de incentivos poderosos que estimulen resultados sobresalientes, como la oportunidad de incorporar talento y tecnologías de punta. Las opciones de crecimiento pueden acomodar las necesidades de actualización tecnológica.

Tabla 4. Atributos sectoriales

	Costos hundidos	Contractibilidad del servicio	Contractibilidad de activos	Innovación potencial	Test de competencia / fortaleza del mercado
Transporte					
Carreteras	Altos	Buena	Buena	Promedio	Promedio
Ferrocarril	Altos	Buena	Buena	Promedio	Promedio
Aeropuertos	Medios	Buena	Buena	Promedio	Baja
Puertos	Medios	Buena	Buena	Promedio	Baja
Agua y saneamiento	Altos	Buena	Mediocre	Promedio	Baja
Energía					
Generación	Medios	Buena	Buena	Alta	Promedio
Transmisión	Altos	Buena	Buena	Baja	Baja
Distribución	Medios	Buena	Buena	Promedio	Alta
TICS					
Telefonía móvil	Medios	Buena	Buena	Alta	Alta
Infraestructura de internet	Altos	Buena	Buena	Promedio	Baja
Educación	Medios	Mediocre	Buena	Alta	Promedio
Salud	Medios	Mediocre	Buena	Alta	Promedio

Fuente: Fabre y Straub (2021).

5.2. Retos de la gestión de la incertidumbre radical y profunda[6]

De manera creciente, la preparación de proyectos tendrá que desenvolverse en un contexto de diferentes influencias, naturales (cambio climático especialmente) y sociales que se superponen para generar distribuciones de probabilidad de daño con colas gordas y parámetros desconocidos. La incertidumbre radical y profunda sucede cuando se ignoran los eventos futuros. Se deben

[6] Benavides (2022).

construir escenarios, acciones y consecuencias con ayuda de la intuición, la imaginación y el conocimiento disponible.

La incertidumbre profunda tiene diferentes aproximaciones para enfrentarla. Por un lado, la Corporación RAND y un grupo de expertos holandeses en riesgos hidráulicos y climáticos han liderado el desarrollo de métodos de decisión bajo incertidumbre profunda (Marchau et al 2017). En esencia, se construye un conjunto de eventos posibles con apoyo de simulaciones computacionales y se estiman órdenes de magnitud de los impactos. La innovación consiste en buscar soluciones robustas (es decir, que funcionen en contextos muy variados y exigentes) y definir hitos para profundizar una solución o cambiarla en la medida en que las circunstancias lo requieran.

El enemigo número uno de la gestión de la incertidumbre radical y profunda es cultural. Incluye el liderazgo público enfocado en la materialidad inmediata (la búsqueda insistente de las *´low-hanging fruits´*, que traslada al futuro decisiones claves de transformación y supervivencia), las tradiciones corporativas (la trampa de los resultados trimestrales y el bono anual a los administradores), y el escepticismo del público y los tomadores de decisiones ante situaciones que lucen distantes o pertenecientes a la ciencia ficción (ver Sinek (2019) para una discusión entre la diferencia entre un marco de referencia finito y uno infinito).

El enemigo número dos de esta gestión es la economía política de las finanzas públicas y la ausencia de entendimiento de los entes de control. La asignación de dineros del presupuesto para mitigar eventos que pueden ocurrir en el futuro lejano entra en conflicto con las prioridades del ciclo político: en la práctica, los administradores públicos disponen de tres años netos para mostrar resultados tangibles. El estado colombiano no tiene un método de concertación con actores para financiar medidas que reduzcan la exposición a riesgos que ocurrirían en más de cincuenta años (por ejemplo) y con consecuencias de monto desconocido. En algunos entes de control compiten el desconocimiento sobre la gestión del riesgo, con la discrecionalidad de a quién se investiga y castiga. Si se invierte en cobertura de riesgo y el riesgo no se materializa, se puede investigar a directivos y administradores públicos por detrimento patrimonial y favorecimiento a terceros.

Esto disuade la toma de decisiones contingentes porque serán consideradas desviaciones de los valores originales de un contrato o decisión pública, que luego irán contra el patrimonio de los funcionarios. Las innovaciones propuestas en la sección 3.2 para capturar el valor de la flexibilidad mediante opciones reales exigen una pedagogía profunda y prologada con los entes de control para que se puedan utilizar en este contexto.

5.3. Financiación de la preparación

En la elaboración del Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) en 2015, se propuso dedicar el 1% del valor del CAPEX a la estructuración técnica y financiera de proyectos. Este valor fue recomendado por la Mesa de Expertos que efectuó el control de calidad del Plan, conformada por 9 expertos que incluyeron al rector de la Universidad de los Andes, consultores internacionales y un exministro de transporte de Colombia, y fue luego ratificado en consultas individuales a inversionistas de obras civiles. Se propone llegar a un fondeo del 1,5% del monto del CAPEX de los proyectos para financiar adicionalmente el sistema de aseguramiento de calidad.

Apéndice 1. Avances en gobernanza de la infraestructura de transporte

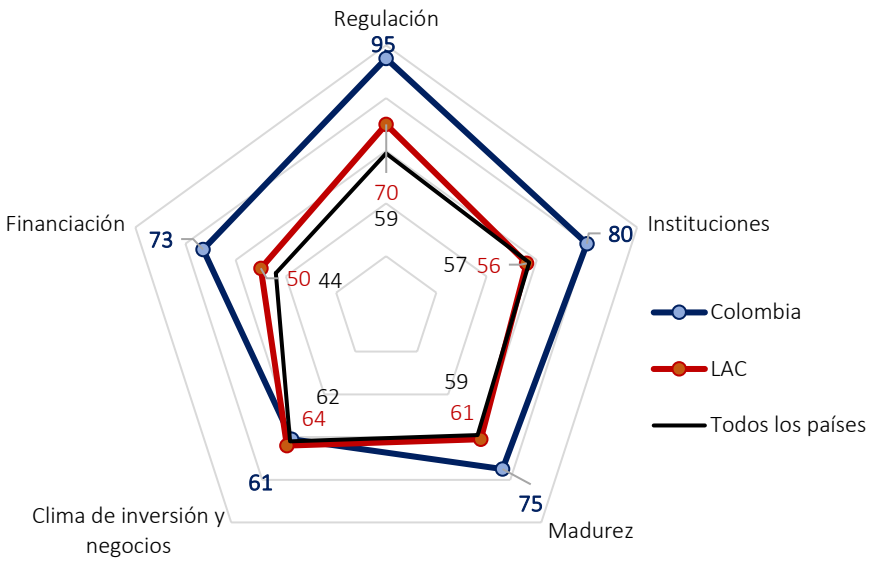
Colombia ha experimentado un avance en las inversiones privadas en infraestructura a de transporte, que no se puede atribuir en su totalidad a mejoras en preparación, porque el apetito de inversión en un país se determina por comparación geopolítica. Por ejemplo, el cierre de un mercado grande y su coincidencia con exceso de fondos disponibles puede llevar inversiones a otros países sin que necesariamente responda a esfuerzos de mejora del entorno ni de la preparación en el país que recibe la inversión. De hecho, y a pesar de que el nivel de preparación de las tres primeras generaciones de concesiones no es destacable, la inversión privada en infraestructura aumentó más rápido que el PIB durante los años de existencia de esas generaciones de concesiones.

A continuación, se presentan avances de gobernanza en infraestructura de transporte y luego la senda de inversiones durante los últimos 30 años:

- La Ley 1474 de 2011 estableció que debía prevalecer el principio de transparencia en la contratación y el uso de diseño de Fase ll, como mínimo, para licitar proyectos. Posteriormente, la Ley 1508 de 2012 y sus decretos reglamentarios establecieron un régimen jurídico específico para las APP. Los contratos de concesión eliminan los anticipos y efectúan pagos por disponibilidad y de acuerdo con los niveles de servicio.
- La Comisión de Infraestructura de 2012 fue instrumental para: (i) crear la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), (ii) impulsar la Ley 1508 de 2012 de alianzas público-privadas (APP), que definió con precisión su naturaleza y permitió la presentación de iniciativas privadas que no requirieran aportes públicos, y (iii) dictar normas sobre gestión predial y ambiental que reducen los tiempos de preparación (Ley 1682 de 2013). El nuevo contrato de APP, bajo el cual se desarrollan las diferentes ´olas´ de la cuarta generación de concesiones, eliminó los anticipos, efectúa los pagos por unidades funcionales y, durante la operación y efectúa pagos por disponibilidad, con lo que incentiva esfuerzos altos de diseño y construcción.
- El Documento CONPES 3760 de 2013, y el Documento CONPES 3800 de 2014 adoptaron la política para desarrollar los proyectos de la Cuarta Generación de Concesiones bajo APP.
- El Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015-2016 (PMTI) trazó una hoja de ruta a largo plazo para el desarrollo de infraestructura de transporte de una forma ordenada, competitiva y eficiente; apuntándole al crecimiento económico estratégico al conectar las regiones y los centros de producción con las exigencias del comercio exterior. El PMTI 2015-2016 es un avance institucional al haber hecho explícitos los propósitos del transporte en la economía y la vida regional, haber propuesto corredores como unidad de análisis y con una visión de largo plazo, haber propuesto corredores transversales, y haber propuesto, costeado y priorizado intervenciones para hacer un buen uso de los recursos de inversión.
- La Ley 1882 de 2018 tiene como fundamentos la promoción de la pluralidad de oferentes, el fortalecimiento de la transparencia y la adopción de buenas prácticas, partiendo del reconocimiento cotidiano de las experiencias que se presentan en la contratación. Esta Ley propone pliegos tipo y una fórmula de liquidación de los contratos de APP en casos de terminación anticipada por nulidad.

- En 2019 se organizó una segunda Comisión de Infraestructura, que planteó mejoras al esquema institucional sectorial, entre otras recomendaciones. Estos asuntos se discuten en las secciones 3 y 4. Se resalta el diagnóstico institucional de la Comisión: el Ministerio de Transporte no tiene todavía la capacidad para planear, coordinar y dirigir el sector con una visión técnica y de largo plazo, y no cuenta con instrumentos para formalizar y visibilizar las instancias de interacción entre el Estado y el sector privado.
- El Documento CONPES 4060 de 2021 amplía el rango de aplicación de las APP a todos los modos de infraestructura de transporte, y precisa los criterios de sostenibilidad ambiental, social y de gobierno (ESG) en concesiones, en lo que constituye la Quinta Generación de concesiones. Se identifica la necesidad de asignar y gestionar el riesgo de cambio climático para los nuevos proyectos de concesión.
- El PMTI se actualizó en 2022 con la incorporación de un análisis costo beneficio de cada proyecto sobre toda la red y en un contexto de decisión ampliado. El modelo de priorización del PMTI 2015-2016 incluía los atributos de Eficiencia y Equidad. En el PMTI 2022 se añadieron los criterios de Resiliencia y de Tecnología. Los dos segundos atributos incorporan la necesidad de mejorar la resiliencia de la red ante amenazas de diferente origen y de incorporar las oportunidades de gestión óptima de las redes con conectividad inteligente (Steer-Fedesarrollo 2022).
- El sector transporte de Colombia tiene reconocimiento internacional en sus modelos institucionales y contractuales de APP en las 4G. En el ranking del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Colombia ocupó el primer lugar a nivel latinoamericano y del Caribe en 2018, y el segundo en 2019. En el *ranking* del Banco Mundial, Colombia ocupó el tercer puesto a nivel mundial en 2018. La revista *The Economist*, a través de *Infrascope*, ubica a Colombia en el cuarto lugar a nivel mundial y en el segundo a nivel de Latinoamérica, superado en 2 puntos por Chile (Colombia: 77 puntos vs Chile: 79 puntos) y la cuarta posición a nivel mundial, superado por países como Tailandia, Chile y China. Los puntajes por rubro individual calificado y su comparación con el promedio de LAC se presentan en la Gráfica A1.

Gráfica A1. Índice Infrascope 2020



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. Elaboración Benavides y Pabón (2023).

- La evolución de la asignación de riesgos en las cuatro generaciones del modo carretero se presenta en la Tabla A1.

Tabla A1. Evolución de la asignación de riesgos en contratos de concesión de transporte en Colombia

Riesgo	1a generación (1993)		2a generación (1997)		3a generación (2008)		4a generación (2013)	
	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado
Peajes e incremento tarifario	100%		100%		100%		100%	
Fuerza mayor no asegurable	100%		100%		100%		100%	
Riesgo de operación		100%		100%		100%		100%
Riesgo cambiario	Cubrimiento servicio de deuda	Otros riesgos cambiarios	Cubrimiento servicio de deuda	Otros riesgos cambiarios	Pagos vigencias en dólares	Otros riesgos cambiarios	Pagos vigencias en dólares	Otros riesgos cambiarios
Tráfico	100%			100%	100%		100%	

Riesgo	1a generación (1993)		2a generación (1997)		3a generación (2008)		4a generación (2013)	
	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado
Ambiental	100%		100%		Parcial (Únicamente sobrecostos)	Gestión	Parcial (sobrecostos compartidos)	Parcial (sobrecostos compartidos + licencias)
Predial	100%		100%		Parcial (Únicamente sobrecostos)	Gestión	Parcial (sobrecostos compartidos)	Parcial (sobrecostos compartidos + licencias)
Diseño y construcción	50%	50%		100%		100%		100%
Cambio tributario		100%		100%		100%	Compartido	Compartido
Financiación		100%		100%		100%		100%
Fuerza mayor asegurable		100%		100%		100%		100%

Fuente: Benavides y Pabón (2023).

La evolución de la inversión en todos los modos de infraestructura de transporte en Colombia en las dos últimas décadas se presenta en la Tabla A2.

Tabla A2. Evolución de la inversión en todos los modos de infraestructura de transporte en Colombia (COP$ corrientes) 2002-2019

Inversión Total en Infraestructura	2002	2010	2019
Total infraestructura	**1.485.850**	**8.070.937**	**12.397.257**
Transporte	1.485.850	8.070.937	12.397.257
Carreteras	949.908	5.014.599	10.091.519
Ferrocarril	150.012	109.341	175.586
Puertos	53.529	841.250	382.601
Aeropuertos	75.825	776.686	1.087.945
Fluvial	4.016	15.605	48.094
Sistemas de Transporte Masivo	249.864	1.000.862	278.209
Ministerio de Transporte	2.696	312.594	333.303

Inversión Privada en Infraestructura	2002	2010	2019
Total privada en Infraestructura	**400.897**	**3.083.000**	**5.469.028**
Transporte	400.897	3.083.000	5.469.028
Carreteras	231.935	1.906.000	4.900.938
Ferrocarril	107.625	79.000	81.980
Puertos	47.272	643.000	288.319
Aeropuertos	14.065	455.000	197.791
Fluvial	0	0	0
Sistemas de Transporte Masivo			
Ministerio de Transporte	0	0	0

Inversión Pública en Infraestructura	2002	2010	2019
Total Pública en Infraestructura	**1.084.953**	**4.987.937**	**6.928.229**
Transporte	1.084.953	4.987.937	6.928.229
Carreteras	717.973	3.108.599	5.190.581
Ferrocarril	42.387	30.341	93.606
Puertos	6.257	198.250	94.282
Aeropuertos	61.761	321.686	890.154
Fluvial	4.016	15.605	48.094
Sistemas de Transporte Masivo	249.864	1.000.862	278.209
Ministerio de Transporte	2.696	312.594	333.303

Fuente: DNP (2020).

En ese período, el Gobierno nacional ha estructurado y concesionado con aportes privados un total de 56 proyectos viales, 16 aeropuertos, 61 concesiones portuarias y 2 concesiones férreas. Se destaca el salto en el total de inversiones privadas, que entre 2002 y 2019 se multiplicó por 13,6 en términos nominales. En términos modales, la infraestructura carretera representa el 90% de la inversión privada en 2019. Con el modelo de APP, Colombia ha construido cerca de 10,000 km de vías primarias, que no se hubieran podido adelantar totalmente mediante obra pública en las condiciones fiscales del país. Además, los proyectos de cuarta generación de concesiones no se hubieran podido construir y operar con el nivel de desempeño exigido por el contrato de concesión, a través de contratos de obra pública.

El grado de preparación de los proyectos de concesión antes de la existencia de la ANI era muy bajo y la estructuración de las primeras tres generaciones de concesiones no correspondía a los estándares internacionales ya existentes. Con la creación de ANI y FDN, y la introducción de *project finance*, se mejoró la capacidad de estructuración, y posteriormente se mejoró la capacidad de resolución de conflictos previos a la construcción con la creación de la Comisión de Infraestructura.

Es importante resaltar los incentivos al desempeño del contrato de concesión de cuarta generación:

- No se realizan avances monetarios públicos al concesionario en caso de que se requieran para lograr la rentabilidad del proyecto.
- Los apoyos públicos se realizan de manera anual y están asignados en el marco fiscal de mediano plazo. El concesionario debe completar unidades funcionales para acceder al cobro de peajes y recibir aportes del presupuesto general de la Nación, cuando los hubiere.
- Los pagos se afectan por índices de desempeño, para asegurar un mantenimiento y una gerencia que maximicen la utilización y la calidad del servicio.

Apéndice 2. Entrevistas

Para el desarrollo del proyecto se realizaron entrevistas a expertos en estructuración de proyectos de diferentes entidades, con el objetivo de conocer su visión sobre los riesgos y recomendaciones para la fase de preparación de los proyectos. Los entrevistados fueron: Rafael Herz, vicepresidente de estructuración y banca de inversión de la Financiera de Desarrollo Nacional; Juan Camilo Pantoja, gerente de estructuración financiera de la Financiera de Desarrollo Nacional; Jonathan Bernal, presidente (e) de la Agencia Nacional de Infraestructura y Felipe Morales, asesor en infraestructura de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

A continuación, se presentan las respuestas por pregunta.

1. **¿Cuál es el riesgo más grande que se debe mitigar con la preparación?**

- Los riesgos de sobrecosto, de incumplimiento del cronograma y los riesgos asociados a las demandas (litigios).
- Los riesgos sociales y medioambientales.
- La inexistencia de un líder del proyecto por parte de los gobiernos locales, que esté en capacidad de gestionar contratiempos.

2. **¿Para qué ha servido la construcción de planes maestros en los sectores donde ha preparado proyectos, si los hay?**

- Existe una mala concepción de lo que es un plan maestro. Este debe presentar unos proyectos específicos y resolver las preguntas más básicas de la planificación.
- En la práctica, se convierten en documentos que se confunden con los estudios de prefactibilidad y factibilidad con una amplitud y detalle innecesarios, y no asignan recursos ni responsabilidades.

3. **¿Hay observaciones sobre el papel del análisis costo-beneficio y el análisis de valor por dinero (VFM)? ¿Sobre el nivel de diseño para lanzar proyecto?**

- Es necesario desarrollar metodologías estandarizadas de ACB y VFM que sean específicas para cada sector y que permitan que el análisis sea más homogéneo y menos manipulable.
- Es importante tener claro el aporte o la contribución de los proyectos a los ODS y tener claro el problema que resuelven antes de empezar su estructuración.
- Existe una tensión entre proyectos transformadores y el análisis costo beneficio por la ausencia de historia.
- La entidad que determine si un proyecto debe tener una inversión con capital privado o mediante obra pública debe tener capacidades analíticas fuertes, y estar sometida a un sistema de pesos y contrapesos.

4. **¿Qué recomendaciones tiene sobre la estructuración con *project finance*?**

- Se deben resaltar las ventajas de la estructuración con *project finance* en relación con la facilidad de desarrollar un mayor número de obras simultáneamente, desmitificar que siempre conlleva a mayores costos totales, sin forzar a que todos los proyectos se deban realizar con *project finance.*

5. **¿Cuál es la lección aprendida más importante en la práctica de preparación de proyectos?**

- Hay que otorgar mayor relevancia a la anticipación de los posibles riesgos del proyecto en su ciclo de vida, especialmente, en términos sociales y medioambientales, que son los que conllevan a mayores problemáticas.
- Hay que decidir desde el momento de inicio de cada administración, cuáles son los proyectos estratégicos y establecer una coordinación interinstitucional para su desarrollo.

6. **Recomendaciones sobre la financiación de la preparación (montos y gobernanza)**

- Se deben asignar muchos más recursos no reembolsables para la parte de estructuración del proyecto. Todo peso adicional invertido en mejorar la preparación es más que bienvenido.
- Las ciudades / territorios deben aportar un porcentaje para estructuración, para asegurar su compromiso y responsabilidad con el proyecto.
- El gobierno nacional debe aportar a la preparación de proyectos, con supervisión de la eficacia del gasto, pero sin tener injerencia en las decisiones locales.

Apéndice 3. Crecimiento del PIB por mayor velocidad de inversiones

Este Apéndice presenta el modelo usado para estimar el aumento de la velocidad de inversión del capital público sobre la tasa del crecimiento del PIB como consecuencia de mejoras en la preparación de proyectos. Greiner et al. (2005) asumen un hogar representativo que maximiza el valor presente de sus utilidades por consumo y que el gobierno cumple con una restricción presupuestal y de financiación de sus gastos (incluyendo la inversión en capital público) mediante impuestos o emisión de deuda sostenible. El problema del hogar representativo es

$$\max \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} L_0 u(C) dt$$

sujeto a

$$C + \dot{K} + (\delta_K + n)K + \dot{B} + nB = w + r_1 K + r_2 B(1-\tau) + T_p$$

Donde *C* es el consumo per cápita, *K* son los activos acumulados por los hogares (capital privado), que se deprecian a la tasa δ_K. La deuda pública (bonos) es *B*. T_p es una transferencia a los hogares que se toma como dada en la solución de su problema de optimización. τ es la tasa de impuestos sobre la renta y w, r_1 y r_2, son los flujos de salarios, retornos al capital físico y los bonos del gobierno, respectivamente. ρ es la tasa de preferencia intertemporal de descuento de los flujos de utilidad por consumo. L_0 es la población inicial en *t* = 0, que crece a una tasa constante anual *n*. Un punto sobre una variable indica su tasa de cambio temporal.

La función de utilidad es de la forma de elasticidad de sustitución constante:

$$u(c) = \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma}$$

Donde $1/\sigma$ es la elasticidad de sustitución del consumo entre dos instantes del tiempo.

El PIB (*Y*) se produce por una firma competitiva con una función de producción Cobb-Douglas ($\beta = 1 - \alpha$):

$$f(K, G) = K^{\beta} \left(\frac{\bar{G}}{L}\right)^{\alpha}$$

Donde $\bar{G}$ es el acervo de infraestructura (capital público), sujeto a congestión.

La restricción presupuestal en términos per cápita es:

$$\dot{B} = r_2 B + C_p + T_p + I_p - T - nB$$

Donde $r_2 B$ es el servicio de la deuda, C_p es el consumo del gobierno, T_p son las transferencias al hogar, I_p es la inversión pública y *T* son los ingresos por impuestos:

$$T = \tau(w + r_1 K + r_2 B)$$

Se asume que la deuda es sostenible (el valor presente de la deuda al final de los tiempos, descontada a la tasa $\int_0^t (r_2(s) - n)ds$, debe ser cero).

Se puede suponer que $C_p = \varphi_2 T$ y que $T_p = \varphi_1 T$, $\varphi_1, \varphi_2 < 1$. Con esto, la inversión pública per cápita es $I_p = \varphi_3(1 - \varphi_0)T$, con $\varphi_3 \geq 0$.

El capital público per cápita evoluciona de acuerdo con la ecuación:

$$\dot{G} = I_p - (\delta_G + n)G$$

Donde δ_G es la depreciación del capital público.

Se puede asumir por simplicidad que el régimen presupuestario es de la siguiente forma:

$$C_p + T_p + \varphi_4 r_2 B = \varphi_0 T$$

Donde $\varphi_4 \in (0,1)$. Esto implica que sólo una parte del pago de intereses de la deuda pública se financia con impuestos, y el resto se paga con emisión de nueva deuda.

Para cualquier solución, se tiene la identidad:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = (1 - \alpha)\frac{\dot{K}}{K} + \alpha\frac{\dot{G}}{G}$$

Resolviendo el problema de maximización con ayuda de las técnicas de optimización dinámica, se obtiene que, para un camino de crecimiento balanceado (cuando el cociente entre capital privado y el producto total es una constante en todo instante), sin ilusiones fiscales, la tasa anual de crecimiento del PIB, igual a la del consumo, es:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\rho + \delta_K}{\sigma} + \frac{(1 - \tau)(1 - \alpha)x^{\alpha}}{\sigma}$$

Donde $x = {}^{G}/_{K}$.

Para sendas de *crecimiento balanceado* (es decir, cuando el cociente entre capital privado y el producto total es una constante en todo instante), se obtiene la relación

$$\Delta\gamma = \Phi\Delta x$$

En esta expresión, $\Delta\gamma$ es el cambio en la tasa de crecimiento per cápita de la economía atribuible a un cambio Δx en el cociente entre capital público y capital privado, y Φ es el multiplicador incremental entre cambios en el cociente y la tasa del crecimiento del PIB:

$$\Phi = \frac{\alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot (1 - \tau) \cdot x^{\alpha - 1}}{\sigma}$$

y donde α es la potencia del acervo de capital público per cápita en la función de producción de la economía, τ es la tasa del impuesto de renta, x es el cociente entre los acervos de capital público y privado, y σ es el inverso de la elasticidad de sustitución intertemporal del consumo.

El ejercicio para Colombia usa parámetros típicos para examinar el efecto de un cambio en la tasa de crecimiento del PIB a raíz de un cambio en el cociente *x* para Colombia como consecuencia de la preparación de proyectos. El parámetro τ se asume igual a 0,35. Greiner et al (2005) usan el valor $\alpha = 0{,}25$, siguiendo la especificación de Barro (1990), cifra estable en diferentes países y a lo largo del tiempo. Havranek et al (2015) recolectaron 2735 estimaciones de σ en 169 países y efectuaron una meta-regresión. En el caso de los países latinoamericanos de la muestra (Colombia, México y Venezuela), estos autores llegaron a un estimativo de $\sigma = 0.158$, cifra que se usa en la simulación para Colombia.

Referencias

Ágenor, P. R. (2013). *Public Capital, Growth and Welfare: Analytical Foundations for Public Policy*. Princeton, NJ: PUP.

Athena Economics. (2022). Value for Money Tool (VFM). https://www.athenainfonomics.com/resources/value-for-money-tool-vfm

Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. *Journal of Political Economy* 98(S5): 103-125.https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/261726

Basu, K. (2015). The Republic of Beliefs - A New Approach to 'Law and Economics'. World Bank Group. Development Economics Vice Presidency Office of the Chief Economist. Policy Research Working Paper 7259.

https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/1927a87b-8c2c-5ba2-b1e7-a54862f9de09/content

Benavides, J. (2022). Incertidumbre radical y profunda. Páginas 189-197 en *Aleph Convergencia de saberes - En celebración de la Revista Aleph No. 200*-. ISBN: 978-958-49-5528-9. Ediciones *Revista Aleph*. https://www.revistaaleph.com.co/images/ediciones_pdf/Aleph_Convergencia_deSaberes.pdf

Benavides, J. y C. Pabón. (2023). El aporte de las concesiones mediante APP en infraestructura de transporte al crecimiento y el bienestar de Colombia. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4433

Benavides, J., A. Martínez, D. Forero y L. Villar. (2017). Costo económico de la inestabilidad y debilidad normativa en la gestión socioambiental de los proyectos en los sectores minero-energético, de infraestructura y de telecomunicaciones, en el marco del proyecto Norte Claro.https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3477/Repor_Agosto_2017_Benavides_et_al.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ben Haiza, A. (2017). Flexible Public Private Partnerships: a real-option-based optimization approach. Thèse présentée et soutenue publiquement en vue de l'obtention du Doctorat ès Sciences de Gestion. Aix-Marseille Université Ecole Doctorale d'Economie et de Gestion d'Aix-Marseille. https://www.theses.fr/2017AIXM0176.pdf

BCG. (2023). De-Risking Large Programs. https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/de-risking-large-programs

Buchanan, M. (2004). Power laws & the new science of complexity management. *Strategy + business*. Spring 2004 / Issue 34. https://www.strategy-business.com/article/04107

Byrne, J. P. (1999). Project management: how much is enough? *PM Network*, 13(2), 49–52. https://www.pmi.org/learning/library/project-management-much-enough-appropriate-5072#:~:text=As%20defined%20above%2C%20project%20management,would%20be%20%24100%2C000%20or%20more

Center for Theory of Change. (2021). What is Theory of Change? https://www.theoryofchange.org/what-is-theory-of-change/

Comisión de Infraestructura. (2019). Informe de la Comisión de Expertos en Infraestructura de Transporte 2019. https://www.eltiempo.com/uploads/files/2019/11/19/INFORME%20COMISION%20DE%20EXPERTOS%20DE%20INFRAESTRUCTURA.pdf

Deloitte. (2023). Cost reduction: Bridging the gap - Making cost savings real and making them stick. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/finance/ca-en-FA-cost-reduction-POV.PDF

DIY. (2023). A Guide to Pre-Project Development. https://www.artscapediy.org/guide/a-guide-to-pre-project-development/

Duarte, J. P. y R. de Neufville (2021). De-Risking Project Finance for Infrastructure Development Through Flexibility in Engineering Design. International Conference on Transportation and Development 2021. ASCE Library. https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784483541.023

Emhjellen, K. et al. (2002). Investment cost estimates and investment decisions. *Energy Policy* 30: 91–96. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421501000659

Fabre, A. y S. Straub. (2021). The Impact of Public-Private Partnerships (PPPs) in Infrastructure, Health, and Education. Toulouse School of Economics (TSE). WP 986. https://www.tse-fr.eu/sites/default/files/TSE/documents/doc/wp/2019/wp_tse_986.pdf

Fichman, R. G. y M. Keil. (2006). Beyond Valuation: Real Options Thinking in IT Project Management. September 2006. *California Management Review* 47(2) DOI:10.2307/41166296. https://www.researchgate.net/publication/228217482_Beyond_Valuation_Real_Options_Thinking_in_IT_Project_Management

Flyvbjerg, B. (2014). "What You Should Know about Megaprojects and Why: An Overview." Project Management Journal 45: 6-19. https://www.researchgate.net/publication/261411676_What_You_Should_Know_About_Megaprojects_and_Why_An_Overview

Flyvbjerg, B. (2009). "Survival of the unfittest: why the worst infrastructure gets built—and what we can do about it ". https://www.researchgate.net/publication/46511516_Survival_of_the_Unfittest_Why_the_Worst_Infrastructure_Gets_Built_-_And_What_We_Can_Do_About_It/link/0d1c84f37d800b07c0000000/download

Flyvbjerg, B. y D. Gardner (2023). *How Big Things Get Done: The Surprising Factors That Determine the Fate of Every Project, from Home Renovations to Space Exploration and Everything In Between*. The Crown Publishing Group.

Flyvbjerg, B., A. Budzier, y D. Lunn. (2020). Regression to the Tail: Why the Olympics Blow Up. *Environment and Planning A: Economy and Space*. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0308518X20958724

Flyvbjerg, B., M. K. Skamris Holm y S. L. Buhl. (2004). "What Causes Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects?" Transport Reviews 24: 3-18. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2278352

FMI. (2021). What's New in the IMF Investment and Capital Stock Dataset: Estimating the stock of public capital in 170 countries (May 2021 update). Disponible en: https://infrastructuregovern.imf.org/content/dam/PIMA/Knowledge-Hub/dataset/WhatsNewinIMFInvestmentandCapitalStockDatabase_May2021.pdf

Greiner, A. et al. (2005). *The Forces of Economic Growth: A Time Series Perspectiv*e. Princeton, NJ: PUP.

Havranek, T. et al. (2015). Cross-Country Heterogeneity in Intertemporal Substitution. Journal of International Economics Volume 96, Issue 1, May 2015, Pages 100-118. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002219961500032X

Hirschman, A.O. (1967). Development Projects Observed. Washington, DC: Brookings Institution. https://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt7zsw04

Kahneman, D. (2013). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus, and Giroux. ISBN-13 : 978-0374533557.

Kay, J. K. y M. King. (2020*). Radical Uncertainty: Decision-Making Beyond the Numbers*. W. W. Norton & Company.

Miller, R. y D. Lessard (eds.). (2000). *The Strategic Management of Large Engineering Projects*. Cambridge, MA: The MIT Press.

McKinsey Global Institute (MGI). (2013). Infrastructure productivity: How to save $1 trillion a year.

https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/infrastructure-productivity

NAO (2019). Framework to review programmes. Update 2018-2019. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2017/09/Framework-to-review-programmes-2019-update.pdf

Nordfun. (2020). Theory of change methodology. https://www.norfund.no/app/uploads/2020/02/Norfunds-Theories-of-Change-for-web-ID-287008.pdf

OCDE. (2017). Getting Infrastructure Right. The Ten Key Governance Challenges and Policy Options. https://www.oecd.org/publications/getting-infrastructure-right-9789264272453-en.htm

PlanRadar (2023). Infrastructure Project Management Software - Deliver heavy civil construction projects on-time and on-budget. https://www.planradar.com/au/industries/infrastructure/

Robinson, J. A. y R. Torvik. (2005). White elephants. *Journal of Public Economics* 89: 197-210. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0047272704000775

Steer-Fedesarrollo. (2022). Plan Maestro de Transporte Intermodal 2022.

Wang, T. y R. de Neufville. (2005). Real Options "in" Projects. https://web.mit.edu/ardent/www/Real_opts_papers/Real_Options_in_Projects-Tao-50217.pdf

World Bank. (2023). PPP eLearning Course. Chapter 1. Introduction to Public Private Partnerships. https://ieg.worldbankgroup.org/sites/default/files/Data/reports/chapters/ppp_chap1_0.pdf



Fedesarrollo
Calle 78 # 9 - 91, Bogotá, Colombia.
Teléfono: (601) 3259777
@Fedesarrollo