Caracterización de la movilidad de transporte regional de la RAPE Región Central

Informe Final

Convenio de Asociación

RAPE Región Central-Fedesarrollo

Preparado por:

FEDESARROLLO

Preparado para:

Región Administrativa y de Planeación Especial de la Región Central - RAPE Región Central

Bogotá, diciembre 2016

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

Contenido

1 Introducción 2

2 Institucionalidad 3

El problema por resolver 3

La experiencia internacional 4

Propuesta adecuada al contexto de RAPE 5

3 Metodología para seleccionar intervenciones en la Red Básica y la Red de Integración de RRC 8

4 Priorización 12

Método general de construcción de redes y priorización 12

Red Básica 14

Red de Integración 15

5 Resultados 17

Red Básica 17

Red de Integración 22

6 Anexo 1 31

7 Referencias 34

1 Introducción

El presente documento presenta una propuesta de institucionalidad para la gestión de la infraestructura de transporte en la RRC, adaptando/potenciando el instrumento de Contrato Plan (sección 2); luego discute la metodología de construcción de la Red Básica y la Red de Integración de la RRC (sección 3), la metodología de priorización dentro de cada una de las dos categorías de red (sección 4), y finalmente, muestra los resultados de la priorización (sección 5). Los resultados tienen un carácter preliminar en tanto se hará una revisión con los resultados del estudio sobre 'territorios funcionales' y en conjunto al denominado 'mapa de impactos'.

2 Institucionalidad

El problema por resolver

En una jurisdicción político-administrativa que tenga la competencia para definir y conseguir la financiación de sus proyectos de infraestructura, la selección y ejecución de proyectos requiere una discusión y alineamiento de intereses con actores (comunidades, empresarios, autoridades ambientales y regionales/locales). Las necesidades de compensación pueden ser difíciles de negociar y materializar.

El problema se complica cuando un proyecto de infraestructura pasa por diferentes jurisdicciones, los costos y los beneficios del proyecto se distribuyen de manera asimétrica o no se miden integralmente, y algunos de los municipios o departamentos tienen dificultades de acceso a la financiación.

Un proyecto regional puede ser, en un ejemplo simple, una carretera que cruza los departamentos A y B, y que se encuentra en mal estado. Las evaluaciones económicas individuales de A y B de las intervenciones X y Y sobre los respectivos tramos dentro de sus jurisdicciones *pueden dar evaluaciones económicas inferiores a la evaluación integral* de un proyecto Z, que puede diferir en concepto de la simple unión de las intervenciones X y Y.

Un proyecto de interés regional (y que requiere instituciones especiales para gestionarlo) será entonces uno en el que

$$V_{A+B}^{Z} \geq V_{A}^{X} + V_{B}^{Y}$$

$$V_{A+B}^{Z} > 0$$

donde V_j^i es el valor presente neto del proyecto i en la jurisdicción j (Campos y Betancor 2016).

Si $V_A^Z \geq V_A^X$ y $V_B^Z \geq V_B^Y$, el proyecto Z es una mejora simultánea neta para ambas regiones y será aceptado por ambas regiones.

Si por lo menos una región sale desfavorecida, pero el proyecto integral genera mayores beneficios que los proyectos aislados, se requiere algún tipo de compensación.

Un modelo teórico que puede describir esta situación que se denomina la "caza del ciervo" en teoría de juegos. El juego describe un escenario donde dos cazadores deben escoger su

objetivo de caza entre una liebre y un ciervo, donde el ciervo es más valioso que la liebre. La caza del ciervo requiere la cooperación entre los dos cazadores para tener éxito, mientras que cazar la liebre puede llevarse con éxito de manera individual.

Aunque el beneficio individual de los participantes sería mayor si cooperarán y cazaran con éxito el ciervo, existe el riesgo de que uno coopere pero el otro prefiera una estrategia segura y opte por la recompensa menor, pero que no requiere cooperación y de esa manera no es extraño que los cazadores terminen escogiendo el premio menor, pero seguro (la liebre), que la mayor recompensa, pero con algún grado de incertidumbre (el ciervo).

El juego refleja los desafíos de la RRC en los proyectos de integración de transporte. Cada uno de los socios de la RRC obtendría mayores beneficios cooperando para definir proyectos de mayores beneficios netos para la región, pero tiene el riesgo que no recibir la reciprocidad de la cooperación. Puede ser que cada socio prefiera hacer proyectos más pequeños, de menor alcance y beneficio social, pero que solo dependen de ellos para ser realizados. En términos coloquiales, podrían preferir cazar liebres individualmente, y nunca cazar ciervos.

Para poder elegir proyectos que añadan valor a toda una región, se requiere de una autoridad o un instrumento con capacidad de: (i) identificar proyectos de integración de tipo "ciervo" y establecer reglas objetivas y no manipulables de selección de los mismos; (ii) cofinanciar proyectos y establecer reglas de estructuración financiera; (iii) disponer de los fondos para efectuar compensación eficientes, sin problemas de jurisdicción.

La instancia de coordinación regional, tipo RAPE, puede desempeñar un rol de coordinador o árbitro de todo el proceso. En la mayoría de los casos, la fuente principal de las dificultades para lograr un acuerdo de provisión de bienes públicos regionales suele ser una deficiente información sobre los costes y beneficios de los proyectos, lo cual puede generar cierto grado de oposición política o social (Beato et al., 2003). En este contexto, la RRC cumple con la primera especificación del párrafo anterior, *pero no tiene capacidades financieras o de redistribución de fondos entre regiones*.

La experiencia internacional

El primer ejemplo más mencionado - y menos útil- para aplicar en el contexto de la RRC, es el de la Unión Europea. Es irrelevante describir ejemplos de las obvias bondades o el funcionamiento de los programas en infraestructura comunitaria (e.g, TEN). El traslado

mecánico de la experiencia europea al contexto colombiano olvida que la UE se creó después de la Segunda Guerra Mundial con propósitos políticos claros de impedir una nueva confrontación bélica, y con (ii) autoridad política, (ii) poder de planificación y orientación de proyectos de integración/cohesión y (iii) fondos amplios y subsidios de los países más ricos hacia los más pobres. Esto no existe en Colombia, ni la RAPE se creó con tales alcances. Por lo pronto, Bogotá apenas estará empezando a contemplar inversiones en una zona metropolitana extendida fuera de su jurisdicción.

El eslabón más débil en la RRC es el tercero. Como se verá, la RRC puede jugar un papel orientador, pero sin un instrumento de financiación que cohesione y discipline a los miembros, la materialización de los proyectos de integración no avanzará.

Propuesta adecuada al contexto de RAPE

Existen dos modelos principales de institucionalidad para proyectos de integración, con diferentes implicaciones desde el punto de vista de cómo se proponen los proyectos, cómo se financian y cómo se evalúan (Gómez-Ibáñez y Strong 2003):

- Un sistema "de arriba hacia abajo" (*top-bottom*). En este modelo el organismo coordinador es el encargado de establecer cuáles son los corredores o ejes prioritarios, así como las características que deben cumplir los proyectos. Este sistema otorga al coordinador la función de planificación estratégica.

- Un sistema "de abajo hacia arriba" (*bottom-top*) en el que la responsabilidad inicial en el diseño de los proyectos se mantiene en los territorios interesados, siendo estos los que buscarían apoyo (y financiación) por parte del organismo externo.

El sistema de "arriba hacia abajo" conduce a reglas más claras y estables, pero requiere un mayor grado de compromiso por parte de los participantes. El sistema de "abajo hacia arriba", por su parte, resulta más fácil de implementar, pero no garantiza que la elección final sea socialmente óptima (Campos y Betancor, 2016).

Según Campos y Betancor (2016), una manera de resolver algunas de las limitaciones de la institución externa encargada de coordinar los proyectos consiste en asignarle un segundo rol, el de financiador, dado que la financiación (total o parcial) por parte de un tercero actúa como un poderoso mecanismo para facilitar acuerdos.

La RRC puede utilizar sus recursos propios (que provienen de sus socios) para financiar fases iniciales de los proyectos que por otra vía sería difícil financiar (pre-factibilidades y factibilidades, por ejemplo); y para determinar cuál es la "cartera óptima" de proyectos y su orden de prioridad cuando los recursos disponibles son escasos y tienen elevados costes de oportunidad.

El desafío en la financiación y promoción de proyectos, la definición de los mecanismos de financiación y la búsqueda de recursos para hacerlos realidad es un reto para la RRC, que no tiene solución dentro de sus competencias.

La alternativa pragmática para impulsar y financiar proyectos de integración regional en transporte es la de la figura de Contrato-Plan. Si bien esta figura no ha sido utilizada por un ente supra-departamental, la forma en que ha sido construida puede ser adaptada para el propósito que persigue este Plan Maestro y quizá pueda extenderse a otro tipo de proyectos posteriormente.

La 1454 de 2011 que versa sobre el ordenamiento territorial dice expresamente en su artículo 12 y 18 que (negrilla nuestra):

> "Dos o más departamentos podrán asociarse administrativa y políticamente para organizar conjuntamente la prestación de servicios públicos, la ejecución de obras de ámbito regional y el cumplimiento de funciones administrativas propias, mediante convenio o **contrato-plan** suscrito por los gobernadores respectivos."
>
> "La Nación podrá contratar o convenir con las entidades territoriales, con las asociaciones de entidades territoriales y con las áreas metropolitanas, la ejecución asociada de proyectos estratégicos de desarrollo territorial. En los **contratos plan** que celebren las partes, se establecerán los aportes que harán así como las fuentes de financiación respectivas."

Por lo tanto, la figura del Contrato Plan es una posibilidad disponible desde ahora que sólo requiere el liderazgo de la RRC su puesta en marcha. La utilización de un Contrato Plan tiene así mismo otras exigencias específicas que se acomodan al propósito del Plan Maestro de Transporte como los son el enfoque estratégico de desarrollo, la priorización indicativa de proyectos, o la medición de resultados[1].

[1] Ver el decreto 740 del 4 de mayo de 2016 y el Conpes 3822.

Por último, si la estructuración de algún proyecto y su correspondiente Contrato Plan tiene un componente de financiación externo considerable, el componente de coordinación necesario, tal y como se describió anteriormente, será posible y la mayor debilidad de la RRC será disminuida.

Con un Contrato-Plan, se introducirían los elementos de disciplina en la selección de proyectos, coherencia regional, reducción de costos de transacción para adelantar la estructuración financiera, y potencial de cofinanciar las compensaciones, con apoyo del gobierno nacional acompañados de incentivos adecuados a los departamentos. El Contrato-Plan debería incluir un Plan de Logística de apoyo a la agricultura y el comercio intra e interregional con los "territorios funcionales", lo que facilitaría su trámite con el gobierno nacional.

3 Metodología para seleccionar intervenciones en la Red Básica y la Red de Integración de RRC

Para el desarrollo de la priorización se parte de la selección de proyectos e intervenciones en los corredores regionales de conectividad para los años horizonte del plan maestro intermodal de transporte regional, 2025 y 2035 respectivamente. Este proceso utiliza como herramienta principal el modelo de transporte del PMTI, ya que permite verificar a través de flujos vehiculares cual es el comportamiento de la distribución de los viajes sobre una red principal, articulada por los corredores regionales que hacen parte de la Región Central.

Como premisa principal para el Plan Maestro Intermodal de transporte de la Región Central se mantendrá la priorización para los corredores de la red principal definida por el Gobierno Nacional dentro del PMTI1 y el PMTI2. Como parte de este proceso se verifica, a través del tráfico por corredor, el indicador de Volumen/Capacidad (V/C) para establecer los niveles de saturación de estos corredores para los diferentes horizontes del plan.

Dentro de este proceso se parte inicialmente de un escenario base al cual se le asigna la matriz base y las matrices futuras 2025 y 2035. De este modo se construye el escenario sin proyectos, el cual representa la red sin intervenciones con la demanda futura, poniendo en evidencia los corredores susceptibles de intervenciones en el momento que lleguen a su saturación, en los cuales generalmente se intervienen con en el aumento de la capacidad de los corredores.

Al realizar este análisis se encuentra que muchos corredores que hacen parte de la Red básica Adicional, es decir, la red articuladora de la RAPE con la Red básica analizada en el PMTI, presentan niveles muy bajos de tráfico. Debido a lo anterior, el indicador V/C en los tres horizontes se mantiene por debajo de 0,4, lo que indica que no existe ni existirán problemas de saturación ni capacidad, aun cuando las condiciones actuales se mantengan en el futuro. En consecuencia, estos corredores se trasladaron para ser evaluados para la priorización por los criterios de integración.

En el escenario sin proyecto con las asignaciones de demanda de los años 2025 y 2035, se refleja a partir del indicador volumen capacidad (V/C) los corredores en donde se deben realizar intervenciones de acuerdo con los niveles de saturación que se estén presentando.

Estas intervenciones pueden ser desde el mejoramiento de las condiciones para cumplir con las especificaciones en velocidad y seguridad o construcciones y ampliaciones a doble calzada.

Para el análisis de las intervenciones a incluir en el 2035 se validaron las intervenciones establecidas para el año 2025 con la demanda de 2025. Posterior a esta validación, sobre este mismo escenario se asignó la demanda de 2035 y se identificaron los corredores que por el índice de saturación requerían nuevas intervenciones. Para el mejor entendimiento del proceso para selección de intervenciones por análisis de tráfico y capacidad en los horizontes del plan a continuación se presenta la metodología utilizada.

Gráfica 3.1 Metodología selección de intervenciones por análisis de tráfico y capacidad



Nota: Elaboración propia.

En la Gráfica 3.1, la fila 1 representa el tipo de red que se utiliza en cada proceso de modelación. Por otro lado, la fila 2, representa las intervenciones que se realizan a la red elegida para la modelación del escenario y por último la fila 3 representa la demanda que se asigna en cada escenario dependiendo del horizonte del plan que se esté analizando.

Como resultado después de la modelación se obtienen:

- Proyectos priorizados PMTI.
- Corredores regionales con intervenciones propuestas para 2025 por análisis de tráfico y capacidad.
- Corredores regionales con intervenciones propuestas para 2035 por análisis de tráfico y capacidad, y
- Corredores con intervenciones propuestas para análisis de integración.

4 Priorización

La planeación del transporte es un proceso de expansión y mejora de la red de transporte de manera eficiente. En ámbitos donde los recursos son muy limitados se ha optado por una planeación simplificada o de *screening* que permita la construcción coherente de manera simple (Marcelo et al (2016)). El método de priorización de esta sección sigue esta idea y además se deriva de las consideraciones de la sección anterior: El método de priorización le permite a la RRC fortalecer su institucionalidad hacia una entidad legítima supra-departamental en materia de transporte.

Método general de construcción de redes y priorización

Hasta este punto el ejercicio de planeación ha sido el siguiente: Se han construido dos redes de transporte al interior de la RRC, la Red Básica, la Red Básica Adicional, y la Red de Integración. Los criterios de construcción son simples y permiten cumplir cuatro objetivos: Crea una red de transporte coherente, elimina errores de inclusión, elimina errores de exclusión, y establece un primer proceso simple reproducible por la RRC posteriormente. En otras palabras, se establece una red objetivo, se eliminan proyectos injustificados (elefantes blancos), se añaden proyectos justificados que antes no existían o no eran considerados (que aparecen por aumento de tráfico o por objetivos de integración), y se inicia un proceso planificación de expansión de red coherente al interior de la RRC. En conclusión, se ha establecido un sistema preliminar de selección de proyectos.

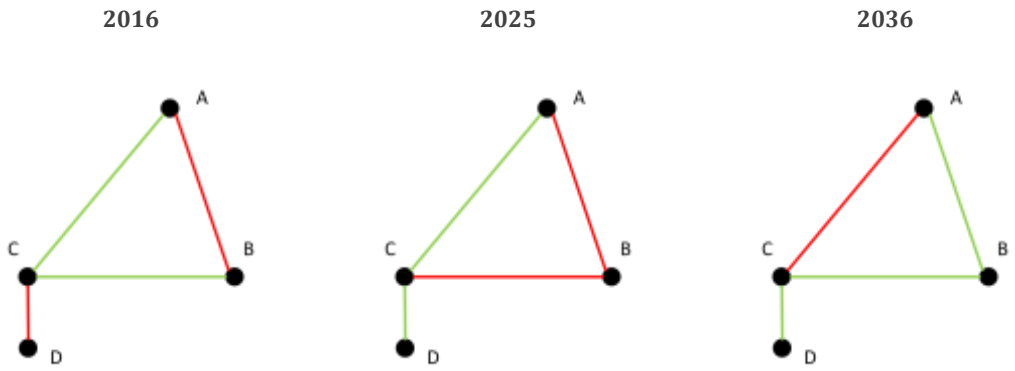
El siguiente paso corresponde al orden que debe seguir la expansión de la red, llevando a cabo en primer lugar los proyectos de mayor impacto para pasar luego a los de menor impacto, asegurando coherencia con el alto costo de oportunidad de los recursos, y los objetivos que se han establecido.

Vale la pena mencionar de manera gráfica el problema cuya solución es el método de priorización. Dada un red de transporte, se tiene una situación actual al año 2016 (Figura 4.1a), una situación al año 2035 (Figura 4.1b), y una situación al año 2035 (Figura 4.1c). Cada una de estas tiene en cuenta lo que ocurrirá a futuro en cada tramo de la red: en materia de proyectos contratados pero aún no finalizados (que afectan la oferta de transporte actual), el cambio de nivel de tráfico en el tiempo (que afecta la demanda de

transporte), etc. Con esta información el tramo estará en condiciones de transportar el tráfico (tramo de color verde), o no estará en condiciones (tramo rojo)[2].

Cada tramo no verde requiere una intervención en el corto, mediano, o largo plazo. El método de priorización construye una lista ordenada de proyectos por modo en orden de importancia de acuerdo a criterios simples. La información disponible permite asignarle a cada proyecto un indicador que se acerque a sus beneficios, y un indicador que se acerque a sus costos.

Figura 4.1 Ejemplo hipotético de una red de transporte en tres momentos



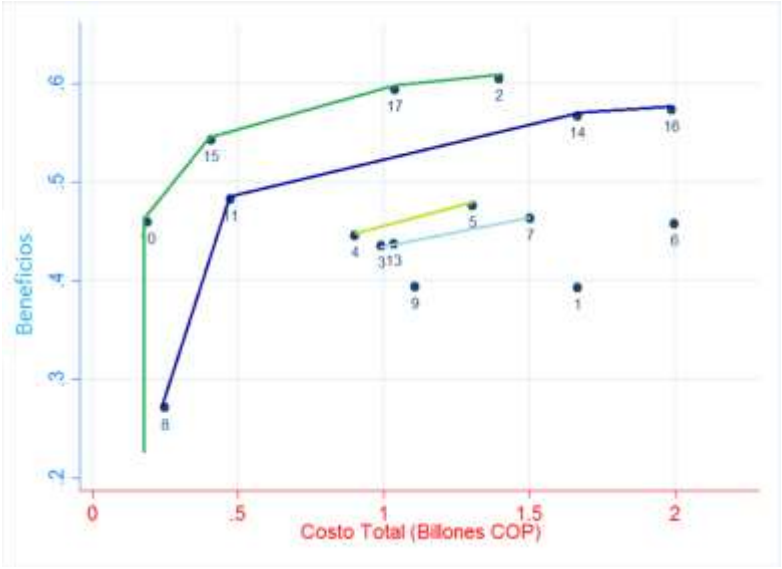
Elaboración propia. Nota: No representa a ningún nivel de detalle la red de transporte de la RRC.

El método de priorización reduce al mínimo el número de variables y busca emular un costo beneficio simplificado. El indicador de costos y beneficios depende del grupo al que pertenezca el proyecto, los grupos están definidos por Red, y modo. La priorización entre proyectos se lleva a cabo a partir de conjuntos de proyectos comparables. Los proyectos de mayor impacto son aquellos con el menor costo y mayor beneficio.

La Figura 4.2 muestra una nube de puntos enumerados en el plano Beneficios – Costos. A cada proyecto de un mismo grupo se le han asignado dos atributos: Beneficios medidos en el eje vertical y Costos medidos en el eje horizontal. Por ejemplo, el proyecto “8” tiene un costo aproximado de 0.25 billones de pesos y un beneficio de 2.8.

[2] Esta convención simplemente retoma la convención establecida en el Entregable 2. No tomamos en cuenta los colores naranja y amarillo en este ejemplo por simplificación.

Figura 4.2 Ejemplo de priorización



Elaboración propia.

El método de priorización agrupa proyectos de manera gráfica por medio de envolventes eficientes. A continuación se priorizan proyectos para este ejemplo hipotético: La primera capa conformada por proyectos con el mayor impacto está representada por la línea verde oscura, esta capa se construye buscando primero el proyecto de menor costo (proyecto 10) y buscando a continuación los proyectos de menor costo y mayor puntuación que envuelven al resto de proyectos (15, 17, 2). Una segunda capa de color azul oscuro puede ser construida por debajo de la primera utilizando el mismo principio (8, 11, 14, 16), una construcción correcta no permitirá que se crucen las capas.

El lector notará tres casos dicientes: El proyecto 8 no puede pertenecer a la misma capa del proyecto 10 porque este último tiene menor costo y al mismo tiempo mayor puntuación; el proyecto 14 no puede pertenecer a la misma capa del proyecto 2 porque este último tiene mayor puntuación y también menor costo; por último, suponiendo que el proyecto 15 no existiera, el proyecto 11 no puede pertenecer a la misma capa del proyecto 10 y 17 porque una línea que une al proyecto 11 y 17 pasa por encima del proyecto 11.

Red Básica

El método de priorización para la Red Básica reduce al mínimo el número de variables y busca emular un costo beneficio simplificado. A cada proyecto se le asignan los atributos de beneficios y costos, en los beneficios está un indicador de tráfico, y en los costos un

indicador de costo del proyecto en pesos de 20163. A continuación procedemos a señalar el método de priorización en un modo ejemplo.

Modo Carretero

Para el modo carretero el ejercicio nacional mostró que es útil dividir los proyectos de la Red Básica en dos grupos: Proyectos que solucionan una situación de saturación y proyectos que solucionan un volumen de tráfico importante en un tramo no saturado.

Para el primer grupo de proyectos los beneficios provienen de aliviar un tramo saturado, medido como el cambio en un índice de saturación (volumen de tráfico/capacidad) multiplicado por el nivel de tráfico (TPDA) que circula la vía en cada momento del tiempo. Se considera que un tramo está saturado cuando el índice de saturación es igual o superior a 0.7. Los costos provienen de un monto estimado de inversión necesaria para anular la saturación del tramo (e.g. construcción de una calzada adicional, un carril adicional, etc.).

El segundo grupo de proyectos tiene un nivel considerable de tráfico, medido por un TPDA en general superior a 1000, pero no están saturados. Los beneficios son el nivel de tráfico (TPDA), y los costos provienen de un estimado de inversión necesario para mejorar las especificaciones de la vía (e.g. mejora de trazado, mejoramiento, etc.).

Red de Integración

El método de priorización para la Red de Integración sigue considerando los costos como en el caso de la Red Básica, sin embargo sus beneficios no se medirán por tráfico (pues no generan ni atraen tráfico en grandes cantidades). Sus beneficios se miden por una combinación de indicadores sociales que pueden mejorar con la construcción de una carretera.

La puntuación de un proyecto será el resultado de cinco componentes ponderadas en un rango de cero a uno: Población conectada, área conectada, incidencia del conflicto, pobreza, y capacidad institucional. La Tabla 4.1 muestra cada componente y su forma de medición.

Tabla 4.1 Indicadores utilizados para medir los beneficios de proyectos en la Red de Integración

[3] El nivel de detalle es grueso y cada proyecto deberá entrar posteriormente (de acuerdo a la priorización) en etapa de estructuración en donde se llevará a cabo un costo beneficio detallado.

Indicador	Criterio	Forma de medición
Indicador de población	Población en municipios del proyecto.	Suma de número de habitantes de los municipios conectados. Cada proyecto recibe un puntaje de acuerdo a la población conectada.
Indicador de área	Porcentaje de área del departamento conectado.	Suma de la áreas de los municipios conectados dividido por el área del departamento.
Indicador de violencia	Número de acciones violentas por municipio en los últimos diez años.	Índice de incidencia del conflicto armado durante 2002-2013, cuyo rango va de cero a uno.
Indicador de pobreza	Porcentaje de población por debajo de una línea de pobreza en municipios conectados.	Índice de pobreza multidimensional municipal, incidencia global municipal.
Indicador de institucionalidad	Capacidad de gestión en el gobierno municipal en los últimos diez años.	Promedio municipal del índice de desempeño integral durante 2006-2013. Escalado de cero a uno.

Fuente: Elaboración propia

¿Qué proyecto tendría una máxima puntuación? Según esta calificación un proyecto tendría una máxima puntuación de uno (1) si: Conecta una gran cantidad de población; conecta todos los municipios de un departamento o suficientes municipios de dos o más departamentos; en los municipios conectados el índice de violencia es tan alto como para llegar a una puntuación de 1; toda su población conectada está por debajo del umbral de pobreza multidimensional; y los municipios conectados tienen una capacidad administrativa nula. Como se anota en el Anexo 1 esta forma de puntuación selecciona los proyectos en zonas de mayor necesidad estatal y soluciona problemas de comparación de proyectos intra-departamento e inter-departamento.

5 Resultados

Esta sección presenta los resultados preliminares del método de priorización presentado en la sección anterior. Se presentan los resultados del modo carretero, cuyo modelamiento es el más detallado y atrae la mayor cantidad de discusión. Un resumen de la sección se muestra a continuación en la Tabla 5.1 por década y tipo de red. Los costos de la intervenciones se calcularon de manera gruesa utilizando 'costos tipo' del Invias, estos costos son preliminares y sólo tendrán un nivel de detalle considerable con la estructuración de cada proyecto. El valor aproximado del PMT para la RRC asciende a los **COP 9 billones** de pesos de 2016, por 20 años.

Tabla 5.1 Inversión total PMTI de la RRC

		CAPEX	OPEX	
Primera Década (2016-2025)	Red Básica	241,3	171,8	
	Red Básica Adicional	693,4	466,7	
	Red Integración	2438,2	987,7	
	Subtotal	3372,9	1626,2	
Segunda Década (2026-2035)	Red Básica	407,7	128,0	
	Red Básica Adicional	-	-	
	Red Integración	2438,2	987,7	
	Subtotal	2845,9	1115,7	
	Total PMT	**6218,8**	**2741,9**	**8960,7**

Nota: Valores en miles de millones de pesos de 2016. El rubro de Opex se da para un periodo de 10 años.

Red Básica

Los proyectos de la Red Básica se presentan por tipo de red en cada década. Las capas señalan el nivel de importancia relativa para entrar en un proceso de estructuración y posterior ejecución.

Capas ordenadas Red Básica 2025 por Saturación

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)

Capa 1					
213	Honda-Y Variante guaduas	Mejoramiento	7	0	7,76
211	Chuguacal-Villeta	Mejoramiento	27	0	29,15
234	Mosquera-Siberia	Ampliación/TransportePublico Regional	10	35,31	11,09
Capa 2					
210	Madrid-Mosquera	Doble calzada tramos faltantes/Transporte Publico Regional	4	15,21	4,78
209	Facatativá-Madrid	Doble calzada tramos faltantes/Transporte Publico Regional	16	54,92	17,25
208	Chuguacal-Facatativá	Doble calzada	19	67,76	21,28
Total			**83**	**173,20**	**91,31**

Capas ordenadas Red Básica 2025 por Mejora de Especificaciones

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
237	Mondoñedo-Soacha	Mantenimiento	12	0	13,39
236	Chia-Cajicá	Doble calzada y variantes	20	68,11	21,39
Capa 2					

239	Autopista Norte-Macheta	Mantenimiento	17	0	18,24
221	Tunja-Ramiriquí	Mantenimiento	25	0	27,46
Total			**73**	**68,11**	**80,48**

Capas ordenadas Red Básica Adicional 2025 por Saturación

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
305	Tobasia-Guichiral	Construcción de berma	9	0	6,32
300	San Antonio del Tequendama-Bella Vista	Mejora pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	9	20,08	6,18
334	El Colegio-El Charquito	Mantenimiento de pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	29	67,10	20,65
Capa 2					
403	Tenjo-Tabio	Mantenimiento de pavimento y construcción de berma	6	13,56	4,17
328	Cajicá-Tabio	Mejora pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	14	33,67	10,36
408	Viotá-El Colegio	Mantenimiento de pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	25	57,39	17,66
Capa 3					

390	Cruce Ruta 60 (Tres Esquinas) - Raquira - La Cande	Mejoramiento de pavimento y construcción de carril adicional	12	27,03	8,32
407	Tocaima-Viotá	Mantenimiento de pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	15	35,90	11,05
458	Puente De Boyacá-Capellanía	Mejora pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	24	56,73	17,46
Capa 4					
330	El Rosal-Facatativá	Mantenimiento de pavimento, construcción berma y construcción de carril adicional	12	28,75	8,85
377	Cruce Ruta 55 (Puente De Boyaca) - Samaca - El Inf	Mejoramiento de pavimento y construcción de berma	21	49,39	15,20
307	Villavicencio-Puerto Porfia-Cabuyaro	Construcción de berma	108	0	77,66
Total			**284**	**389,61**	**203,87**

Capas ordenadas Red Básica Adicional 2025 por Mejora de especificaciones

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
409	Sibaté-Soacha	Mantenimiento	5	0	3,58
383	Cruce Ruta 5502 (La Bomba) -Cómbita	Mejoramiento de pavimento y construcción de berma	2	4,22	1,30

331	Tenjo-La Punta	Mantenimiento	15	0,00	11,05
329	Tabio-Subachoque-El Rosal	Mejoramiento de pavimento y construcción de berma	27	63,40	19,51
Capa 2					
332	Santa María-San Pedro De Jagua	Mantenimiento	21	0	14,90
382	Cruce Ruta 6209 (Sote) - Combita	Mejoramiento de pavimento y construcción de berma	4	10,27	3,16
314	Madrid La Cajita Puente Pied	Mejoramiento de pavimento y construcción de berma	10	23,46	7,22
Capa 3					
336	Fusagasugá-Sibaté	Mantenimiento	37	0	26,22
320	Cruce Ruta 65A-San Juan de Arama-Vista Hermosa	Mantenimiento y construcción de berma	42	0	30,12
312	Vía Las Margaritas (Sopó-Guasca)	Mejoramiento de pavimento y construcción de berma	15	34,74	10,69
402	La Peña-Útica-Guaduas	Mejoramiento de pavimento	35	81,20	24,98
Capa 4					
310	El Triunfo - Anapoima	Mejoramiento de pavimento	13	29,73	9,15
461	Guasca-Gachetá	Mejoramiento de pavimento	24	56,73	17,46
333	Medina-Gachetá	Mantenimiento	116	0	83,46
Total			**367**	**303,75**	**262,81**

Capas ordenadas Red Básica 2035 por Saturación

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					

234	Mosquera-Siberia	Tercer Carril/ Transporte Público Regional	10	35,31	11,09
209	Facatativá-Madrid	Tercer carril/ Transporte Publico Regional	16	54,92	17,25
208	Chuguacal-Facatativá	Tercer carril/ Transporte Publico Regional	19	67,76	21,28
Capa 2					
79	Duitama-Sogamoso	Tercer carril/ Transporte Publico Regional	20	69,43	21,81
211	Chuguacal-Villeta	Tercer carril	27	92,81	29,15
Total			**92**	**320,22**	**100,58**

Capas ordenadas Red Básica 2035 por Mejora de especificaciones					
Id.	**Nombre**	**Intervención**	**km**	**Capex (miles de millones COP 2016)**	**Opex (miles de millones COP 2016)**
221	Tunja-Ramiriquí	Mejoramiento	25	87,44	27,46
Total			**25**	**87,44**	**27,46**

Red de Integración

Los proyectos de la Red de Integración se han dividido en 5 grupos. El primer grupo de proyectos interdepartamentales muestra los proyectos que pasan por más de un departamento, el resto de grupos muestran los proyectos que se circunscriben a las fronteras de algún departamento.

Proyectos de Red Integración Interdepartamentales

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
459	Villapinzón-Turmequé-Tibaná	Mejoramiento (Afirmado)	24	23,46	7,04
457	Coper-Las Mercedes	Mejoramiento (Afirmado)	24	23,46	7,04
327	Manzanares-Ruta 50	Rehabilitación	29	48,91	20,73
Capa 2					
319	San Cayetano-Carmen De Carupa	Mejoramiento (Afirmado)	41	39,46	11,84
456	Quipama-Yacopí	Mejoramiento	24	41,18	17,46
Capa 3					
460	Icononzo-Arbeláez	Mejoramiento	24	41,18	17,46
373	Samacá-Guachetá	Mejoramiento	32	54,28	23,01
Total			**199**	**271,9**	**104,6**

Proyectos de Red Integración en Boyacá

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
422	El Peaje-Simijaca-Carmen de Carupa	Mantenimiento	3	4,82	2,04
384	Cruce Ruta 5502 (Rio Piedra) - Tuta	Mejoramiento	3	4,65	1,97
375	Chitaraque-Vía 45A	Rehabilitación	4	6,53	2,77

378	Cruce Ruta 55-(Britalia)-Pantano Vargas	Rehabilitación	9	14,41	6,11
400	Sogamoso-Corrales-Tasco	Rehabilitación	42	71,65	30,38
398	Cruce Ruta 6211(El Crucero)-Aquitania-Suse-Tota-Cui	Mejoramiento	50	84,93	36
381	Tunja - Chivatá - Toca - Pesca - Sogamoso	Mejoramiento	76	128,20	54,35
Capa 2					
418	Quebrada Negra-La Magdalena	Mejoramiento (Afirmado)	7	7,05	2,12
428	Cantino - Coper	Mejoramiento	5	7,75	3,28
385	Sisa- Úmbita	Mejoramiento	9	14,78	6,27
441	Paya-Pisba-Mongua	Mejoramiento (Afirmado)	60	57,59	17,28
376	Puente Camacho - Jenesano - Tibaná - Sisa - Chinavita	Rehabilitación	81	136,35	57,80
Capa 3					
397	Ramal A Gameza	Rehabilitación	5	8,22	3,48
399	Sogamoso-Nobsa	Mejoramiento	7	11,63	4,93
374	Pizarro-Palenque-Mirador-Nazareth	Mejoramiento (Afirmado)	25	24,41	7,32
388	Saboya - El Diamante: Sector Saboya - Lim Santande	Mejoramiento	18	30,49	12,93
446	Otanche-Cormal-Quipama	Mejoramiento	24	41,18	17,46
Capa 4					
419	San Juanito-Cruce La Magola	Mejoramiento (Afirmado)	11	10,18	3,05
432	Cruce Ruta 6209 - (Hormas) - Gachantiva	Mejoramiento (Afirmado)	14	13,93	4,18
380	Cruce Ruta 6008 El Rosal - Chiquiza - San Pedro De	Mejoramiento	14	23,59	10,00

393	Tog?I Chitaraque	Mejoramiento	15	25,86	10,96
Capa 5					
417	La Rioja_ San Juan De Rio Seco_ Te De Jerusalen	Mejoramiento (Placa huella 6,3 km y afirmado restante)	17	16,15	4,84
387	Ramal-Monguí	Rehabilitación	9	15,00	6,36
413	Floresta - Otenga - Beteitiva - Cruce Ruta 6103	Rehabilitación	10	16,64	7,05
427	Quípama - La Victoria	Mejoramiento	13	22,44	9,51
430	Cruce Ruta 6007 Guanares - Santa Rosa - Maripi - L	Mejoramiento	45	75,52	32,02
Capa 6					
426	Fómeque-La Unión-Vía Ubaque-Choachí	Rehabilitación	9	15,49	6,57
401	Tasco-Paz Del Río	Mejoramiento	11	17,86	7,57
396	Cruce Ramal 61By05 - Topaga-Mongua	Rehabilitación	11	17,93	7,60
429	Cruce Ruta 60 (Piedra Gorda) - La Venta Sector Pie	Mejoramiento	17	27,94	11,84
Capa 7					
415	La Magdalena-Villeta	Rehabilitación	11	18,94	8,03
423	Nimaima-Vergara-La Magola	Mejoramiento	12	19,48	8,026
392	Cruce Ruta 6209 - Togui (Ramal)	Rehabilitación	13	21,29	9,03
421	Guanacas-El Penon-Topaipi	Mejoramiento	20	33,08	14,02
431	Cruce 60 (Curubitos) - Buenavista-La Vega Del Tigr	Rehabilitación	23	38,81	16,45
Capa 8					
416	Susa-Fuquene-Capellania	Mejoramiento	14	23,86	10,12

414	Soata - Boavita - La Uvita - San Mateo - Guacamaya	Mejoramiento	20	33,25	14,09
395	Alto De Sagra - Socot? - Jerico	Mejoramiento	33	55,42	23,49
Capa 9					
391	Cruce Ruta 60 Asonada - El Muelle - Villa De Leiva	Mejoramiento	19	31,89	13,52
395	Alto De Sagra - Socot? - Jerico	Mejoramiento	33	55,42	23,49
Capa 10					
394	Arcabuco - Naranjos - Villa De Leiva	Mejoramiento	21	34,72	14,72
420	Tobia-Utica	Rehabilitación	22	38,03	16,12
424	Paime-Villagomez-Ruta 56	Mejoramiento	40	68,12	28,88
386	El Árbolito - Chita - La Uvita	Mejoramiento	61	103,06	43,69
Capa 11					
379	Paipa-Palermo	Rehabilitación	29	48,23	20,45
425	Tocaima-Agua De Dios-Ricaurte	Rehabilitación	30	50,06	21,22
325	Paz Del Río-Sativasur-Ruta 55	Mejoramiento	41	69,93	29,64
Total			**1061**	**1697**	**703,28**

Proyectos de Red Integración en Cundinamarca

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
443	Nocaima-Ruta 50	Rehabilitación	3	4,94	2,09
410	Fusagasugá-Pasca	Rehabilitación	8	13,80	5,85

303	Arbeláez_ El Boquerón	Mejoramiento (Afirmado)	17	16,36	4,91
438	Zipaquirá -La Palma	Rehabilitación	94	158,91	67,37
Capa 2					
317	Barro Blanco_ San Calletano	Mejoramiento	5	9,00	3,81
406	Cachipay-Anolaima	Mejoramiento	6	10,01	4,24
439	Lenguazaque-Cucunubá	Mejoramiento	6	9,30	3,94
313	Pico De Gayo - La Paz	Mejoramiento	6	10,79	4,57
335	Medina-Paratebueno	Rehabilitación	17	29,51	12,51
308	Zipaquirá-Nemocón-Suesca-Sesquilé	Rehabilitación	33	55,60	23,57
Capa 3					
316	Barro Blanco_ Bojacá	Mejoramiento	6	10,60	4,50
311	San Antonio Del Tequendama_ Tena_ La Gran Via	Mejoramiento (Afirmado)	14	13,10	3,93
440	Cucunubá-Villa De San Diego De Ubaté	Mejoramiento	11	18,84	7,99
433	Pulí-San Nicolás	Mejoramiento	13	22,24	9,43
315	Los Manzanos_ La Florida_ San Carlos	Mejoramiento	17	29,04	12,31
Capa 4					
302	Las Palmas - Agua De Dios	Mejoramiento	13	21,58	9,15
405	La Gran Vía-Cachipay	Mejoramiento	15	25,50	10,81
309	Ubaté-Carmen De Carupa	Rehabilitación	15	25,74	10,91
444	La Peña-Nimaima	Rehabilitación	16	27,60	11,70
442	Guaduas-Chaguaní	Mejoramiento	20	33,60	14,25
Capa 5					
326	Lenguazaque-Guachetá	Mejoramiento	16	26,89	11,40
445	Gutiérrez-Ruta 40	Mejoramiento	40	67,80	28,74
301	Liberia - Nilo - Las Palmas	Rehabilitación	27	45,39	19,24

318	Cruce Ruta 55-Sesquilé-Guatavita-Cuatro Esquinas	Rehabilitación	25	41,82	17,73
Total			**444**	**728**	**304,95**

Proyectos de Red Integración en Meta

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
304	Murujuy-Indostán	Rehabilitación	9	14,71	6,24
321	Ramal A Puerto Rico	Rehabilitación	19	31,71	13,44
323	Puerto Lleras - Vista Hermosa	Mejoramiento (Afirmado)	74	70,92	21,28
Capa 2					
324	Mapiripán-Ruta 65	Mejoramiento (Afirmado)	64	61,65	18,50
306	Mapiripán (Cruce Vía 40Mt07) San Carlos De Guaroa	Mejoramiento (Afirmado)	143	138,01	41,40
322	Cruce Ruta 65 - San Carlos De Guaroa	Rehabilitación	67	112,78	47,81
Total			**375**	**430**	**148,66**

Proyectos de Red Integración en Tolima

Id.	Nombre	Intervención	km	Capex (miles de millones COP 2016)	Opex (miles de millones COP 2016)
Capa 1					
349	Ramal A Velu	Rehabilitación	2	2,93	1,24
346	Espinal Suárez	Rehabilitación	16	27,48	11,65

337	Rovira-Ibagué	Rehabilitación	28	47,89	20,30
366	Bejuqueros (Lim. Valle Del Cauca) - Rioblanco - Maito - Chaparral	Mejoramiento	103	174,74	74,08
Capa 2					
359	Cruce Ruta 43-Cerritos-Paradero Chipalo\Img015.Jpg	Mantenimiento	7	12,19	5,17
361	Chicoral - Guamo	Mejoramiento (Afirmado)	22	20,75	6,22
347	Km40-Buenos Aires - Doima	Mejoramiento	18	30,90	13,10
358	Coyaima-Ataco	Rehabilitación	39	66,65	28,25
353	Purace - Coyaima - Castilla	Mejoramiento	44	73,99	31,36
Capa 3					
352	Alvarado Piedras Paual	Rehabilitación	10	17,22	7,30
435	Cunday-Yopal-Icononzo	Mejoramiento (Afirmado)	20	19,39	5,28
362	Guamo - Rincon Santo- Lachamba	Rehabilitación	12	20,39	8,65
365	Anzoategui - El Fierro - Santa Isabel	Mejoramiento (Afirmado)	25	23,84	7,15
364	Armero - San Pedro - Frias	Mejoramiento (Afirmado)	26	25,13	7,54
436	Gaitania - Limites Con El Huila	Mantenimiento	19	32,50	13,78
356	Las Señoritas-Chaparral	Mejoramiento (Afirmado)	45	43,57	13,07
354	Pole - Planadas	Mantenimiento	35	59,90	25,39
345	El Paso Prado	Mejoramiento	67	114,12	48,38
Capa 4					
355	Lerida-Tierradentro-La Honda	Mejoramiento (Afirmado)	23	22,63	6,79
363	Guamo-San Luis	Mantenimiento	20	34,23	14,51
370	Maito - San Antonio	Rehabilitación	27	45,83	19,43
372	Yaco - Ataco	Mejoramiento	49	82,46	34,96
Capa 5					
368	Casabianca -Fresno	Mejoramiento (Afirmado)	27	25,83	7,75
371	Rio La China -Anzoátegui	Mejoramiento	21	35,31	14,97
351	Saldañaa Purificación	Mantenimiento	15	25,89	10,98

434	Villarrica-Cunday	Mejoramiento	17	28,65	12,14
437	Pole-Ataco	Rehabilitación	23	39,13	16,59
Capa 6					
357	Doima-Piedras	Mejoramiento	18	31,10	13,18
341	Líbano- Santa Teresa - Cruce Santa Isabel	Mejoramiento (Afirmado)	46	44,59	13,38
369	Líbano-Casabianca	Mejoramiento	47	80,14	33,97
Capa 7					
411	Icononzo-Melgar	Rehabilitación	22	37,76	16,01
348	Natagaima Prado	Mejoramiento	28	47,88	20,30
343	Cabecera-Anzoátegui	Rehabilitación	37	61,96	26,27
369	Líbano-Casabianca	Mejoramiento	47	80,14	33,97
342	La Sierrita - Junín - Santa Isabel	Rehabilitación	36	60,34	25,58
367	Casabianca - San Felipe	Mantenimiento	46	77,10	32,68
344	Cajamarca Los Valles	Mejoramiento	45	75,46	31,99
Total			**1136**	**1750**	**713,90**

6 Anexo 1

Este anexo aborda en detalle la construcción de beneficios para los proyectos de la Red de Integración modo carretero.

Sean $1,2,\cdots,c,c+1,\cdots,n$ los proyectos del paquete "vías para la consolidación"; además $1,2,\cdots,i$ los municipios y $1,2,\cdots,j$ los departamentos atravesados por el proyecto particular c.

a. Indicador de población

Denotemos $p_1,p_2,\cdots,p_i$ las poblaciones municipales conectadas por el proyecto c. El número de habitantes conectados por el proyecto p_c está definido como:

$$p_c = p_1 + p_2 + \cdots + p_i$$

Se asignará el indicador de población P_c en la puntuación final de acuerdo a la siguiente correspondencia:

$$\begin{array}{lll} P_c = 0.2 & \text{si} & 0 < p_c \leq 45000 \\ P_c = 0.4 & \text{si} & 45000 < p_c \leq 75000 \\ P_c = 0.6 & \text{si} & 75000 < p_c \leq 110000 \\ P_c = 0.8 & \text{si} & 110000 < p_c \leq 165000 \\ P_c = 1 & \text{si} & 165000 < p_c \end{array}$$

Este indicador absoluto permite la comparación de proyectos en distintos departamentos. Los datos provienen de las proyecciones a 2015 de población municipal hechas por el DANE.

b. Indicador de área

Denotemos $a_1,a_2,\cdots,a_i$ las superficies de los municipios conectados por el proyecto y $A_1,A_2,\cdots,A_j$ las superficies de los departamentos correspondientes de los municipios conectados. El indicador de área conectada es:

$$S_c = \frac{a_1 + a_2 + a_3 \cdots + a_i}{\frac{A_1 + A_2 + \cdots + A_j}{j}}$$

Este indicador relativo apunta a la creación de una red *estructurada* premiando proyectos que cubran la mayor superficie dentro de un departamento. Un proyecto recibe la máxima calificación si estructura una red a través de todos los municipios del departamento. En el caso de un proyecto que conecta dos departamentos o más,

existe la posibilidad matemática de obtener un S_c mayor a 1. Para estos casos se asignará el valor máximo de unidad, pues quiere decir que es un proyecto estructurante equivalente para un departamento con una superficie promedio. Los datos de superficie municipal y departamental provienen del Marco Geoestadístico Nacional de vigencia 2012 publicado por el DANE.

Nota: Estos dos primeros indicadores dan un carácter particular al método de priorización. Imagine el siguiente ejemplo. Dos proyectos en dos departamentos similares en los índices de violencia, pobreza, e institucionalidad. Los dos proyectos conectan el 100% del departamento cubriendo la totalidad de la superficie, pero un departamento tiene muy poca población en comparación al otro[4]. El método de puntuación dará mayor puntaje al proyecto del departamento con mayor población. La red estructurada debe buscar el mayor impacto en la población más allá de lograr una red que se extienda por todo el territorio *per se*.

c. Indicador de violencia

El Índice de Incidencia del Conflicto Armado IIC_c construido por el DNP busca medir la persistencia del conflicto a nivel municipal en vistas a un escenario de inversión posconflicto. Este se construye con datos estandarizados del periodo 2002-2013 de: número de acciones armadas por habitante; número de homicidios por habitante; número de reclutamientos forzados por habitante; número de eventos MAP, MUSE, Y AEI por área municipal; número de desplazados por habitante; y número de hectáreas de coca por área municipal.

d. Indicador de pobreza

Tomamos como indicador de pobreza el índice de pobreza multidimensional IPM_c calculado por el DANE y el ANSPE. Este considera un individuo u hogar por debajo del umbral de pobreza si se encuentra privado de al menos 5 de 15 posibles privaciones. Todas las privaciones tienen la misma ponderación. El índice final es el porcentaje de la población por debajo del umbral.

e. Indicador de institucionalidad

[4] El lector podrá imaginar para el caso colombiano un proyecto vial que una todos los municipios de Caldas y otro que una todos los municipios del Vichada, tomando como premisa inexacta que sus índices de pobreza, violencia, e institucionalidad fueran iguales. Caldas posee casi diez veces la población del Vichada.

El Índice de Desempeño Integral IDI_c construido por el DNP busca medir la gestión de los municipios. Este considera un municipio como cualquier unidad de gestión que recibe unos insumos y provee unos productos de acuerdo a metas propias de cada ente territorial. Desde esta perspectiva intenta medir la eficacia, eficiencia, la concordancia con la ley, la capacidad administrativa, y el desempeño fiscal del municipio. El índice es también escalado de tal forma que una puntuación máxima de 1 refleja excelente desempeño en cada uno de los componentes. Para la priorización de este paquete se utiliza el opuesto, en donde 1 refleja una pésima gestión municipal.

La puntuación final de un proyecto F_c es la suma ponderada de los 5 componentes.

7 Referencias

Campos, J; O. Betancor. (2016). "Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Infraestructura Multinacionales con Efectos sobre la Integración Regional". Nota elaborada para el Banco Interamericano de Desarrollo. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Gómez-Ibáñez, J.A. y J.S. Strong (2003): "Evaluación de proyectos de infraestructura para la integración regional", mimeo, Marzo. Disponible en **www.iirsa.org**

Marcelo, D; C. Mandri-Perrott; S. House; J. Schwartz. (2016) "Prioritizing Infrastructure Investment: A Framework for Government Decision Making". Working Paper. The World Bank Group. Disponible en:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2780293

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social