29 DE ENERO DE 2024

APOYO A LA CONSTRUCCIÓN DE UN PIPELINE DE INTERVENCIONES DE DIVERSIFICACIÓN Y ALTO IMPACTO PARA LA FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL

CAPÍTULO 1: NECESIDADES, MERCADO OBJETIVO, RIESGOS Y OPORTUNIDADES PARA APP

Director | Juan Benavides
Investigador | Víctor Saavedra
Investigadora | Helena García
Asistente de investigación | Alejandra Fonseca

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

@Fedesarrollo

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

Apoyo a la construcción de un *pipeline* de intervenciones de diversificación y alto impacto para la Financiera de Desarrollo Nacional

Capítulo 1: Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP

29 de enero de 2024

Juan Benavides (director del proyecto)

Víctor Saavedra (investigador principal)

Helena García (investigadora principal)

Alejandra Fonseca (asistente de investigación)

Índice

Resumen

1. Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP en educación

1.1. Políticas públicas
1.2. Necesidades sectoriales y mercado objetivo
1.3. Estudios de caso y experiencias internacionales
1.4. Oportunidades y riesgos estratégicos para la FDN

2. Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP en energías renovables, eficiencia energética y transporte

2.1. Políticas públicas
2.2. Necesidades sectoriales y mercado objetivo
2.3. Estudios de caso y experiencias internacionales
2.4. Oportunidades y riesgos estratégicos para la FDN

3. Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP en Ciudades inteligentes

3.1. Políticas públicas
3.2. Necesidades sectoriales y mercado objetivo
3.3. Estudios de caso y experiencias internacionales
3.4. Oportunidades y riesgos estratégicos para la FDN

Referencias

Resumen

Para cada uno de los sectores de educación, energías renovables y eficiencia energética y Ciudades Inteligentes, se presenta (i) una caracterización de las políticas públicas corrientes y presupuesto de inversión sectorial; (ii) necesidades sectoriales y mercado objetivo; (iii) estudios de caso y balance de experiencias nacionales e internacionales; (iv) riesgos estratégicos y oportunidades para la FDN. Las intervenciones que se proponen integran en diferentes grados la construcción/adecuación de infraestructura con servicios, de acuerdo con la experiencia internacional, lo que conduce a una reflexión sobre la necesidad de que FDN se alíe con operadores especializados.

El sector de educación tiene la ventaja de tener al Ministerio de Educación Nacional con unas funciones de orientador de la inversión en niveles educativos y categorías de necesidades bien definidos, que tienen una trayectoria y experiencias acumuladas. Las líneas de intervención con modelos de APP y *project finance* tienen además experiencias internacionales y nacionales que facilitan el diálogo de preparación y estructuración

El sector de eficiencia energética tiene una estructura de industria en consumo final que es dispersa por tamaño, intensidad de uso de energía y capacidades gerenciales. Los modelos de negocio que se presenten en los próximos productos de la consultoría reflejarán estas diferencias, que pueden llevar a la necesidad de apelar a instrumentos de agregación de demanda para las Mipymes y al uso de ESCO de tipo inversionista para las firmas grandes. En Colombia ya existe una curva de aprendizaje en financiación de parques de energía renovable no convencional y de flotas de transporte masivo urbano, que pueden aprovechar las nuevas fuentes e instrumentos de financiación.

Las Ciudades inteligentes son todavía un trabajo en desarrollo, que requieren altas capacidades de priorización y coordinación entre agentes públicos y privados, y una gerencia proactiva que debe atender necesidades claves de la ciudadanía y apelar a su iniciativa, cuando sea del caso. Los modelos de negocio que se propondrán deberán minimizar el riesgo de que las inversiones puedan superar el ciclo político (cambio de alcaldes).

Cada vez que existan estimaciones oficiales de inversión para las intervenciones discutidas, se incluirán. En la medida en que se definan los sectores de interés y mercados objetivos, se realizarán estimaciones de inversión en orden de magnitud. Por lo pronto, hay que enfatizar que en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-206, la ANI impulsará la estrategia 'ANI Social y Productiva' en salud, educación, agua y saneamiento básico mediante el modelo APP. Las inversiones de esta estrategia son de $6 billones. Para ello, se ha ampliado el cupo de vigencias futuras para proyectos APP, pasando del 0,6% del PIB al 0,8% del PIB.

1. Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP en educación

1.1. Políticas públicas

Introducción

El desarrollo de las habilidades de la población colombiana es determinante para el crecimiento y desarrollo de largo plazo del país. Sin embargo, comparaciones internacionales en pruebas estandarizadas de desarrollo cognitivo indican un grave problema de calidad del sistema que se traduce, por ejemplo, en que los estudiantes de 15 años tienen hasta 5 años de rezago en aprendizaje en ciencias, lenguaje y matemáticas frente a países como China y Singapur (los de mejores resultados). Además, la cobertura y calidad de la educación inicial es insuficiente, el financiamiento y el modelo de gobernanza de la educación básica no generan incentivos para mejorar la calidad, y la educación técnica y superior enfrenta desafíos en cuanto a flexibilidad, financiamiento, calidad y pertinencia (Saavedra et al 2023).

El PND 2018-2022 se focalizó en el cierre de cierre de brechas de cobertura en educación inicial, rural y postmedia, el acompañamiento integral a los colegios, la ampliación de infraestructura en educación preescolar, básica y superior, y la formación docente. A continuación, se describen las principales metas e instrumentos del plan de desarrollo para educación inicial, básica y media y postmedia.

Políticas públicas relacionadas con educación

El PND 2022-2026 ha definido metas de ampliación de cobertura en educación preescolar, media y superior, y ha definido programas que exigen inversiones en infraestructura educativa cercanas a los 10 billones de pesos (cifras del PND 2022-2026). Esta sección describe las tres principales recomendaciones en la estructuración de infraestructura educativa para apoyar el cumplimiento de las metas de gobierno: (i) Infraestructura de educación preescolar y básica; (ii) Infraestructura en educación superior; y (iii) Centros de formación y bienestar docente.

Política 1: ampliación de cobertura en educación inicial

El PND 2022-2026 establece como meta aumentar la cobertura de atención integral a la primera infancia de 1,9 a 2,7 millones de niños y niñas de 0 a 5 años. El aumento se propone ejecutar a través de tres mecanismos:

- Incluir a 196 mil estudiantes de preescolar en colegios oficiales. con los servicios adicionales a educación y contemplados en la atención integral a la primera infancia que, aunque están matriculados en educación, no reciben los otros mecanismos de atención.

- Ampliar la cobertura en 200 mil estudiantes adicionales en preescolar de los colegios oficiales.

- Ampliar la cobertura de 404 mil beneficiarios de operadores del ICBF o entidades territoriales. La ampliación de cobertura en colegios oficiales implica inversiones no priorizadas o estructuradas a la fecha.

Para cumplir con esta meta se prevé la reorganización de la oferta, la autorización de planta temporal docente para preescolar financiada por el Sistema General de Participaciones, la coordinación con la oferta del ICBF, y la vinculación de docentes con recursos propios de las entidades territoriales.

Política 2: estrategias para la educación básica y media

Las estrategias del PND 2022-2026 en educación básica y media son:

- **Desarrollar el programa Crese (Ciudadanía para la reconciliación, antirracista, socioemocional y para el cambio climático) en los colegios.** El programa incorpora acciones en cultura, deporte, recreación, actividad física, ciencia, bilingüismo, lenguaje y matemáticas. La meta es alcanzar 5.000 establecimientos educativos en formación integral, y 30% de los estudiantes con ampliación de jornada. El programa inició en 2023 con una inversión del MEN de 40 mil millones.

- **Desplegar un plan de mejora y construcción de infraestructura educativa.** La meta de espacios educativos mejoras y construidos en educación preescolar, básica y media es de 19.500 y la dotación de 18.000 ambientes de formación. En 2023 se hizo una asignación de 750 mil millones para 1075 sedes educativas beneficiadas. Los recursos provienen del PGN (incluida la asignación específica de Ley 21 del MEN) por 690 mil millones, y una asignación 60 mil millones de la UNGRD para la atención a la temporada de lluvias. El gobierno busca priorizar la ejecución de los recursos mediante convenios con las entidades territoriales y evaluar la asignación de recursos adicionales a los fondos educativos administrados por los colegios. No existe un proceso de consolidación de proyectos de colegios nuevos. Los colegios nuevos deben incluir 3 grados de preescolar cuando son financiados con recursos nacionales. Aún no existe una focalización, viabilización o estructuración de las aulas y proyectos a construir hasta el fin del periodo de gobierno.

- **Fortalecer la formación docente.** La formación docente es el factor con mayor incidencia sobre el aprendizaje. El programa Todos a Aprender, ejecutado desde el 2013 se encuentra en revisión por parte del Ministerio para que tenga un rol de acompañamiento integral al colegio y no sólo a la formación en lenguaje y matemáticas en primaria, el cual ha sido su foco desde la implementación del programa. Adicionalmente al rediseño del programa el ministerio financia maestrías en educación, y se ha anunciado el fortalecimiento de las Escuelas Normales Avanzan lineamientos curriculares que tendrán en cuenta “las recomendaciones de la Comisión de la Verdad, la Comisión Asesora para la Enseñanza de la Historia y los aportes sobre justicia

restaurativa, además impulsará la formación en habilidades del siglo XXI, la ciudadanía global con una referencia a las necesidades y contextos territoriales".

- **Aumentar la cobertura neta en educación media.** Se busca aumentar la cobertura neta de la educación media de 48 a 65%, reducir el porcentaje de establecimientos educativos rurales en categoría D en las pruebas Saber 11 de 60 a 45%, tasa de tránsito inmediato de 9 a 10mo de 82 a 85%. Se definieron tres prioridades: Transformación curricular de la educación media para una formación integral, que tendrá en cuenta los intereses y necesidades de los jóvenes; 2) Se incentivarán mecanismos de articulación de la media – en estrategia de multicampus regionales - con la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH), y la educación superior; y 3) Se ampliarán las apuestas de la orientación socio–ocupacional y se fomentarán las competencias socioemocionales, la educación económica y financiera y la educación ciudadana y para la reconciliación.

Política 3: estrategias para la educación superior

Las estrategias del PND 2022-206 en educación superior son:

- **Ampliar la cobertura y transferencia a las IES oficiales**. Se busca ampliar la oferta de educación superior en 500 mil cupos adicionales priorizando a los municipios PDET, zona rural y jóvenes de hogares vulnerables. Se busca aumentar la cobertura de educación superior de 53.9% en 2021 a 62% en 2026. Para las asignaciones presupuestales adicionales a la base presupuestal las IES deben presentarle al MEN un plan integral de cobertura que considere los siguientes puntos: nuevos cupos a crear en cada periodo académico, estrategias a implementar para la creación de nuevos cupos (articulación con la media, descentralización de la oferta en colegios, convenios con otras IES, oferta virtual); plan de inversión de los recursos adicionales a la base presupuestal para la ampliación de cobertura (nuevos docentes, administrativos, dotación, otros), proyectos de infraestructura según fase de ejecución.

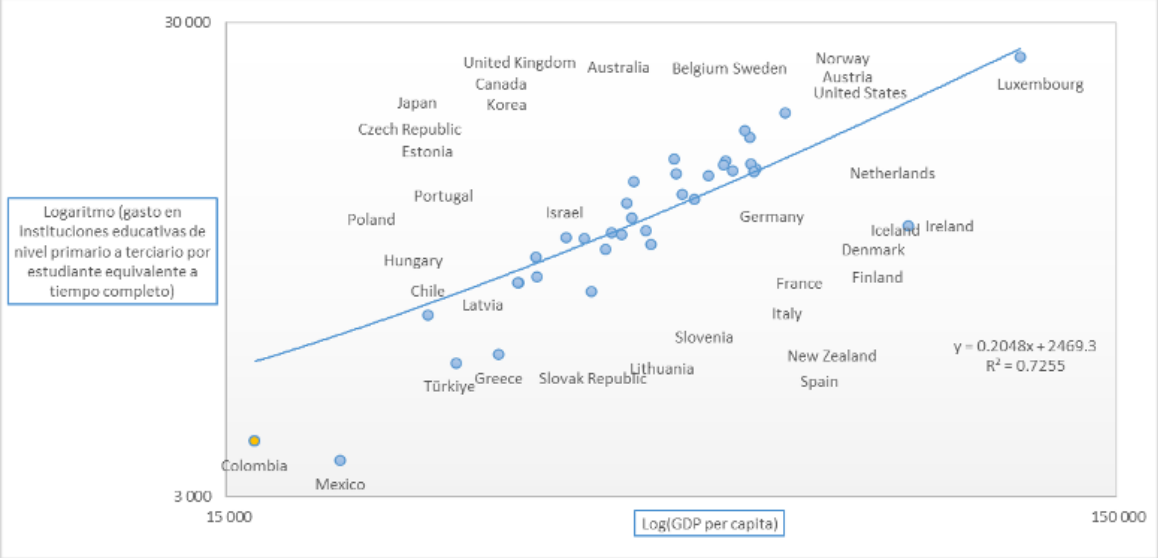
- **Desplegar un plan de infraestructura educativa.** Se prevé una inversión de 6 billones de pesos y se definió como meta la construcción de por lo menos 20 nuevas sedes universitarias. El plan nacional de espacios educativos prevé una convocatoria permanente para la postulación de proyectos de infraestructura de educación superior, priorización de proyectos por parte del MEN con base en criterios territoriales e indicadores técnicos y según disponibilidad presupuestal anual, aprobación de los proyectos de infraestructura priorizados por los consejos directivos con la definición de fuentes presupuestales y esquemas de ejecución, y acompañamiento en la formulación y ejecución de los proyectos de infraestructura. La ejecución se hace con: financiación directa para los proyectos (según las fases en las que se encuentran) a través de convenios con la IES para que esta contrate la ejecución de obra, gestión de cofinanciación, asistencia técnica financiera, seguimiento a la ejecución de obra, certificación del cierre financiero.

- **Mejorar el sistema de aseguramiento a la calidad**. Se busca mejorar la gestión en los procesos de registro calificado, acreditación de alta calidad y el proceso de convalidación de títulos.

Recursos públicos

Como se muestra en la Gráfica 1, el gasto total por estudiante en instituciones educativas dentro de la OCDE (abarcando desde el nivel primario hasta el terciario) se sitúa en un promedio del 26% del PIB per cápita (pc). Colombia se encuentra por debajo de la regresión con un 24,3%.

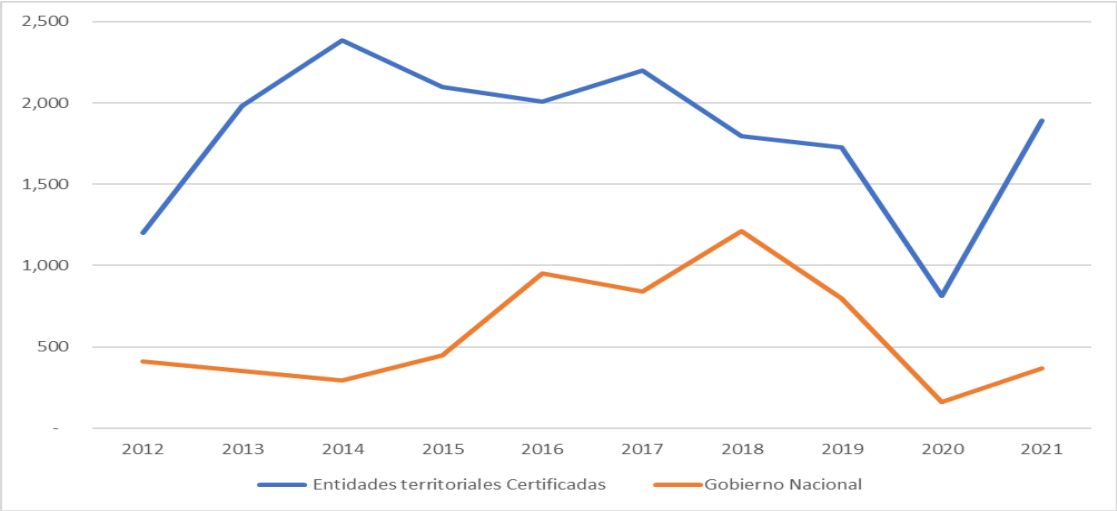
Gráfica 1.1. Gasto total en instituciones educativas de nivel primario a terciario por estudiante con relación al PIB per cápita (2019)



Fuente: OECD (2022). Education at a Glance 2022: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/3197152b-en.

En promedio, la Nación ha invertido 590 mil millones por año en infraestructura para la construcción de nuevas sedes, adecuación de las sedes actuales y mejoramientos locativos (entre 2013-2022). Las entidades territoriales han invertido en promedio 1.36 billones de pesos por año (entre 2014 y 2021). La Gráfica 2 muestra la inversión en infraestructura educativa invertida por las Entidades Territoriales Certificadas (ETC) en Educación y por el gobierno nacional en pesos constantes de 2022.

Gráfica 1.2. Recursos invertidos en infraestructura educativa por las entidades territoriales y el Gobierno Nacional, 2013-2022, miles de millones de pesos constantes de 2022



Fuente: Cálculos propios con información del FUT, informes de gestión MEN, PGN 2014-2021, y CONPES 4056 y CONPES 3831 Nota: No incluye gastos del Ministerio de Vivienda o del Fondo de Adaptación

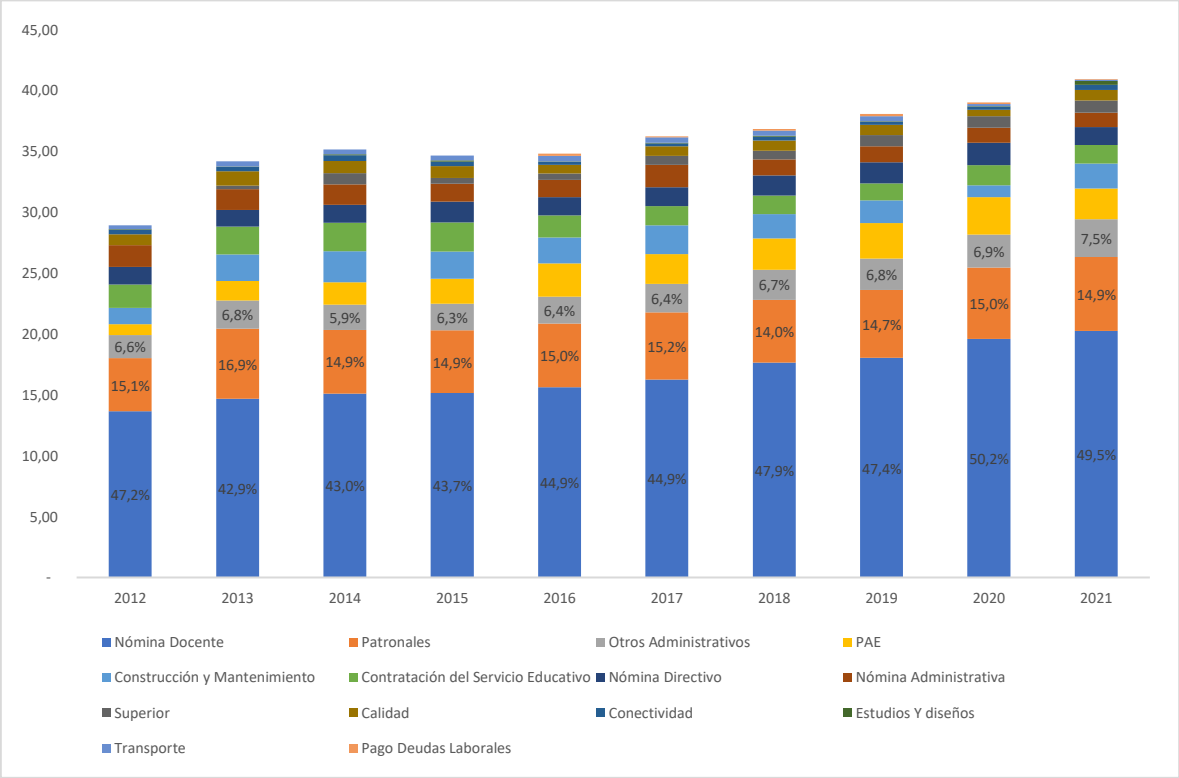
El Plan Nacional de Infraestructura Educativa (2015) llevó a un aumento de los recursos de la Nación entre los años 2016 y 2019 que no se sostuvo en 2020, debido a las presiones presupuestarias en otros rubros. En cuanto a las ETC, se ha mostrado una caída en términos reales de las inversiones, con una caída muy significativa en 2020, pero ha sido superior a las inversiones de la Nación en todo el periodo de referencia.

El marco normativo no define una responsabilidad exclusiva de algún nivel de gobierno para la construcción, dotación o mantenimiento de la infraestructura educativa. Aunque la ley 715 de 2001 define como responsabilidad de los departamentos (artículo 6), entidades territoriales (artículo 7), y municipios no certificados (artículo 8), la participación con recursos propios o del SGP (artículo 15) en la financiación de infraestructura educativa, la Nación también ejecuta recursos (Ley 21 de 1982), actualmente asignados al Fondo de Financiamiento de la Infraestructura Educativa (FFIE) desde 2016.

La principal restricción a lograr mayores niveles de gasto en infraestructura de la educación básica han sido los incrementos de la nómina docente. Entre los años 2012 y 2023 el crecimiento acumulado real del salario de los docentes del sector público fue de 31.26 %, en comparación al 13.14% de los demás servidores públicos para el mismo período. Entre 2024 y 2026 se prevén aumentos adicionales de 3 puntos porcentuales por encima de los funcionarios públicos. Los aumentos de la nómina han concentrado el uso de los incrementos presupuestales del sector desde 2015.

Analizando los gastos en educación por parte de las entidades territoriales certificadas en educación. Los gastos asociados a la nómina docente representaron el 71% del gasto en educación de las ETC en 2021: nómina docente (49,5%), gastos patronales (14,9%), nómina directivos docentes (3,6%), nómina administrativa (2,9%). Los gastos en infraestructura, mantenimiento y dotación fueron sólo el 5,8% de los gastos (2,36 billones de 2023). Los gastos asociados a la contratación de privados para la prestación del servicio fue 3,8% en 2021, cifra que entre 2012 y 2016 rondaba el 6,8% del gasto. Los gastos en calidad representaron 2,1% del gasto, es decir, 870 mil millones. Los gastos administrativos como aseo, vigilancia y apoyos administrativos a las sedes educativas representaron 7,5% del gasto (3,09 billones). Finalmente, los servicios de PAE (6,2%), transporte (0,3%) y conectividad (1%) representan el 7,5% del gasto (ver Gráfica 1.2.)

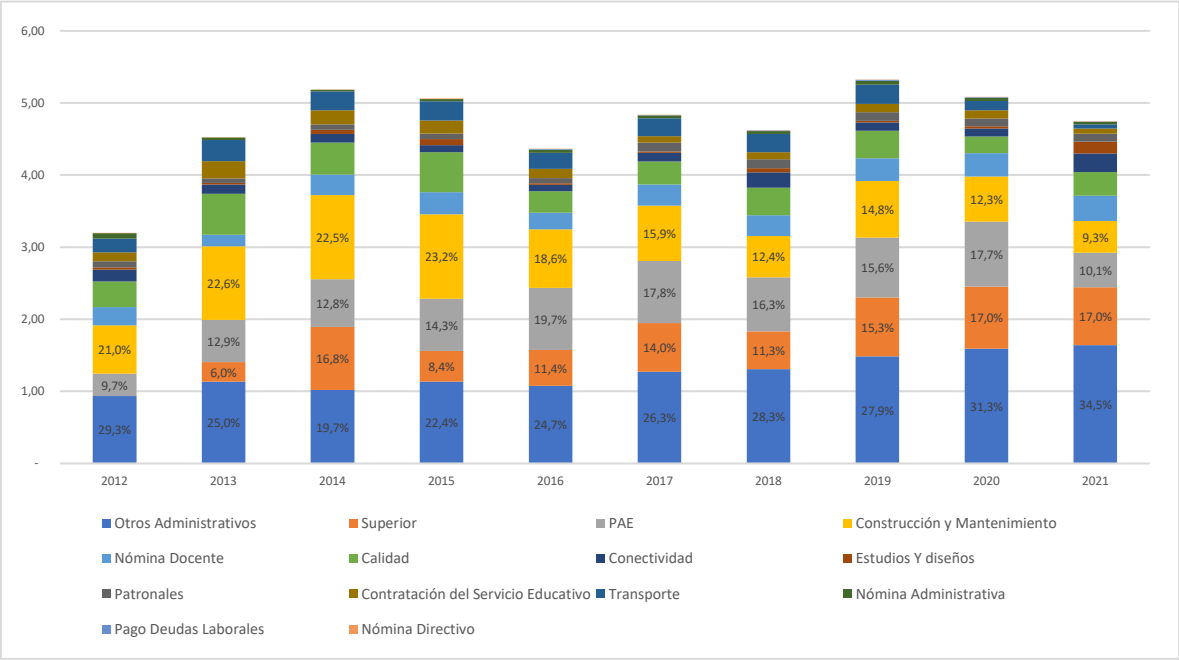
Gráfica 1.3. Gasto en educación, entidades territoriales certificadas, 2012-2021. Billones de pesos de 2023



Fuente: FUT, Contraloría General de la República. Pesos de 2023.

Los patrones de gasto varían significativamente entre las transferencias de la nación por SGP y los recursos propios de las entidades territoriales. En 2021, el SGP financió gastos por 31,5 billones de pesos, mientras que los recursos propios de las entidades territoriales financiaron gastos por 4,74 billones de pesos. En el caso de los recursos SGP, el 97.8% se destinó a gastos de nómina docente y administrativa, así como a la contratación de servicio educativo con privados. Por otra parte, los gastos administrativos y de nómina representaron el 45% del gasto total. En la definición de la canasta de servicios es por lo tanto fundamental revisar la financiación territorial con vigencias futuras para construcción y operación.

Gráfica 1.4. Gasto en educación, entidades territoriales certificadas, recursos propios 2012-2021. Billones de pesos de 2023



Fuente: FUT, Contraloría General de la República. Pesos de 2023.

1.2. Necesidades sectoriales y mercado objetivo

Mercado objetivo 1. Educación básica e inicial

La educación inicial tiene baja cobertura y coordinación con el sector educación. Las dificultades de coordinación entre el MEN y el ICBF se pueden incrementar por la decisión de adscribir esta última entidad al Ministerio de Igualdad en 2023. Las dificultades de coordinación se reflejan en ausencia de planeación segmentado de nuevos cupos, la ausencia de evaluaciones al aprendizaje y de un currículo para los grados inferiores a transición, e inadecuada formación y evaluación de tutores y docentes. Además, no existe un marco presupuestal para lograr la universalidad.

En educación básica se observan serios rezagos en el aprendizaje en comparación con países desarrollados y con los colegios privados, sin evidencia de una tendencia de mejora. Desde el 2017 no se lleva a cabo una medición continua de las pruebas estandarizadas (pruebas Saber) o pruebas formativas. Asimismo, no se ha definido un currículo nacional, lo cual es atípico en la OECD. No existen programas de apoyo a la formación docente distintos al programa Todos a Aprender, ni existen incentivos monetarios para los docentes vinculados al desempeño y al aprendizaje de los estudiantes. Tampoco se han establecido redes consolidadas de aprendizaje entre pares docentes y se carece de apoyos suficientes al aprendizaje, como guías, textos y materiales de aula.

La financiación de la educación básica es insuficiente y hay falta de claridad en las competencias del gobierno nacional, entidades territoriales y colegios**.** La estructura de la nómina docente no proporciona los incentivos adecuados para la evaluación, y ha copado todas las transferencias del Sistema General de Participaciones en educación. Además, se ha reducido la relación alumno-docente sin efectos en desempeño, y muchos colegios carecen de recursos propios. El alto peso de la nómina reduce sustancialmente el espacio presupuestal para la inversión en calidad educativa en todos los niveles.

Hay baja incorporación de la tecnología y el desarrollo de habilidades digitales y la educación básica. Existe una falta de formación y cantidad de profesores de sistemas. Además, no se han establecido referentes curriculares para pensamiento computacional, ni plataformas de apoyo al aprendizaje con contenidos de calidad. El repositorio actual de contenidos pedagógicos digitales (Colombia Aprende) carece de curaduría de materiales, y no se ha implementado un modelo de formación a profesores. Herramientas de analítica de datos podrían usarse para predecir riesgos de deserción, y prevenirla con ayuda de plataformas digitales.

La infraestructura no es en sí misma una prioridad principal del sistema en cuanto la población en edad escolar se encuentra en contracción y se alcanzan niveles de cobertura bruta universal. Por lo tanto, no es un sistema en expansión. La infraestructura se debe concentrar en resolver cuatro problemas de cobertura: 1) la baja cobertura de educación media en zona rural; 2) la baja cobertura de la educación preescolar; 3) la existencia de estudiantes en doble jornada; y 4) rezagos en construcción de infraestructura en zona rural y barrios de origen reciente e informal.

Para atender el déficit de jornada única se estima un déficit total de aulas de 45,494 en el país para atender los estudiantes de la jornada de la tarde. Para eliminar las brechas en inasistencia escolar y lograr cobertura universal se requieren 4,148 aulas en zona urbana y 3,491 aulas en zona rural. Finalmente, para el cumplimiento de ampliación de cobertura en preescolar de 200 mil estudiantes se requieren 10,000 aulas adicionales.

Las deficiencias en la infraestructura se reflejan en la ejecución de obra con recursos de inversión de la nación. En el periodo 2014-2018 se entregaron 2387 aulas nuevas y 1615 aulas mejoradas. En el periodo 2018-2022 se entregaron 5050 aulas nuevas y 1792 aulas mejoradas. Por otra parte, 15% de las sedes educativas no tienen acceso a electricidad y 9014 sedes tienen problemas de titularidad de los predios.

Puesto que, en las principales ciudades del país, la cobertura de la educación básica es cercana al ciento por ciento, la motivación de contratación de colegios tercerizados adicionales debe tener una justificación por su impacto en calidad. Los esfuerzos de focalización en entidades territoriales certificadas en educación que cumplan con los siguientes criterios:

- **Gasto en infraestructura**: niveles elevados de gasto en construcción y mantenimiento de infraestructura; Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Antioquia y Atlántico.

- **Capacidad administrativa**: antecedentes en estructuración de APP en la administración local, oficinas de planeación con experiencia en operaciones de deuda, oficinas de infraestructura con experiencia en diseño, contratación y supervisión de obra.
- **Cupo de endeudamiento**: disponibilidad de relaciones de endeudamiento. Barranquilla debe tener revisión especial sobre su posibilidad de endeudamiento adicional.

Sobre los criterios para la selección del esquema de operación se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Focalización:** los modelos de operación tercerizada han producido resultados superiores para los estudiantes con niveles superiores de vulnerabilidad.
- **Autonomía:** Las APP deben operar bajo un marco de rendición de cuentas, pero funcionan mejor cuando el proveedor tiene autonomía administrativa y académica.
- **Infraestructura:** las APP que sólo proporcionan sólo la infraestructura no promueven el aprendizaje.
- **Complementariedad:** entre operadores de gestión pedagógica y constructores de obra.
- **Idoneidad pedagógica:** mediante probada experiencia en administración de colegios medida por pruebas estandarizadas.

Mercado objetivo 2. Educación posmedia

La inversión en infraestructura física de las universidades públicas es inferior a las inversiones en educación básica. Sin embargo, se proyecta un gasto mayor en educación superior por el Plan Nacional de Espacios Educativos para las IES oficiales que proyecta inversiones por 6 billones de pesos. Entre los años 2013 y 2021 las universidades públicas registradas en el Sistema SECOP ejecutaron 724 mil millones de pesos en infraestructura física, obras de ampliación y mejoramiento. En promedio estas instituciones ejecutan contratos anuales para este rubro por 80 mil millones de pesos. Cifra que ha permanecido constante durante este período alcanzando un máximo de 131 mil millones de pesos en el año 2021. Estas universidades representan cerca del 90% de la población matriculada en educación superior pública del país. En términos per cápita las universidades públicas invirtieron 127 mil pesos corrientes por estudiante entre los años 2013 y 2021.

Existe un agotamiento del modelo de financiación y los canales de trasmisión de la política pública para proveer cupos en el sistema, dado que como se mostrará más adelante, ninguno de los instrumentos de política (los cupos en las IES públicas, el SENA o los créditos del ICETEX y la matrícula privada) está aumentando su oferta de cupos pese a la necesidad que tiene la demanda. Los aumentos de cobertura entre 2010 y 2017 se explicaron por un aumento de la matrícula privada, apoyada por créditos estudiantiles del ICETEX y un mayor gasto de los hogares, y por un aumento de los cupos del SENA en formación tecnológica. Las instituciones públicas de educación superior tuvieron una oferta casi constante de cupos durante toda la década (2010-2020).

Desde 2017 se observa una caída de la matrícula privada y de la matrícula del SENA, lo que, sumado a la falta de nuevos cupos en las IES públicas, ha llevado a una caída de la matrícula global de la educación superior. La caída en la matrícula privada está asociada a la caída del ingreso de los hogares por la pandemia, y la caída en la matrícula del SENA a un cambio de política que busca priorizar el mejoramiento de calidad sobre la ampliación de cobertura. En los últimos dos años se ha recuperado la matrícula de las Universidades oficiales en particular por el aumento de la oferta de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

La cobertura en educación superior ha tenido un aumento sostenido no sólo en Colombia, sino también en los países de la OECD y en América Latina. En los países OCDE el promedio de cobertura es casi del 80%, por lo que la brecha frente a Colombia de 25 puntos porcentuales, indica que aún se está lejos de llegar a niveles de saturación de la oferta de educación superior. De hecho, Colombia tiene remuneraciones a la educación superior (frente a la educación básica) más altas que todos los países OECD. Los 25 puntos porcentuales de la matrícula equivalen a cerca de 1 millón de estudiantes. Es decir, que si Colombia quisiera llegar a los niveles promedio de cobertura en educación superior de la OCDE debería aumentar la matrícula en una cifra cercana a ésta, y que equivale, por ejemplo, al doble de la matrícula de educación superior del SENA.

El crecimiento de la cobertura de educación superior (92%) durante la primera década del siglo (2000-2010) estuvo impulsada por las instituciones educativas de carácter oficial, especialmente por el SENA. Específicamente, el SENA aportó el 54% de dicho crecimiento, las otras instituciones públicas el 38% y las IES privadas sólo el 8%. El aumento de la cobertura del SENA se explica por dos factores: 1. La conversión de los tecnólogos laborales en tecnólogos profesionales que hacen parte de la educación y requieren registros calificados (es decir, una conversión de la matrícula de formación para el trabajo a educación superior), 2. Un sobredimensionamiento de la capacidad de la entidad, por limitaciones en la infraestructura, capacidad de absorción del mercado laboral, y capacidad de gestión administrativa, definida por la entidad en su planeación estratégica entre los años 2013 y 2015 en documentos internos de trabajo y los insumos del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018.

Por otro lado, las instituciones privadas jugaron un rol más relevante en el crecimiento de la cobertura de educación superior en la década 2010-2020. Sin embargo, al igual que las instituciones universitarias oficiales y el SENA desde el año 2016 se observa un cambio en la tendencia en el número de matriculados, posiblemente explicado por cambios demográficos en los hogares de mayores ingresos, caídas en la tasa de retorno a la educación superior, alternativas de calidad en la educación formal como los cursos abiertos y los *bootcamps*, y la estabilización de los créditos otorgados por el ICETEX. En el 2020 la caída de la matrícula privada fue del 11%, efecto de la caída en los ingresos de los hogares por la pandemia y las restricciones a la educación presencial. En los años 2021 y 2022 la matrícula privada aún no recupera los niveles prepandemia.

Las IES privadas no deben ser el foco de acción del FDN. Los operadores de infraestructura encuentran problemático la restricción al ánimo de lucro en las IES privadas, porque han recibido

apoyo de líneas de fomento con FINDETER y el MEN, tienen exceso de capacidad de infraestructura (con algunas excepciones) por la reducción en la matrícula, y porque las Universidades privadas que han aumentado la oferta de cupos en la última década lo han hecho con bajos estándares de calidad, e indicadores de empleabilidad y salarios para sus egresados (Camacho et al, 2017).

En cuanto a las universidades públicas el Ministerio de Educación ha previsto la autorización de inversiones por 6 billones de pesos hasta el año 2026. La primera infraestructura del Plan Nacional de Espacios Educativos en diseños es la Universidad del Catatumbo ejecutada por el Fondo Paz y la ART. Un segundo anuncio fue para la Universidad Wayuu. Los proyectos desarrollados por las Universidades públicas pueden tener a la FDN como estructurar o en la gerencia integral de los proyectos.

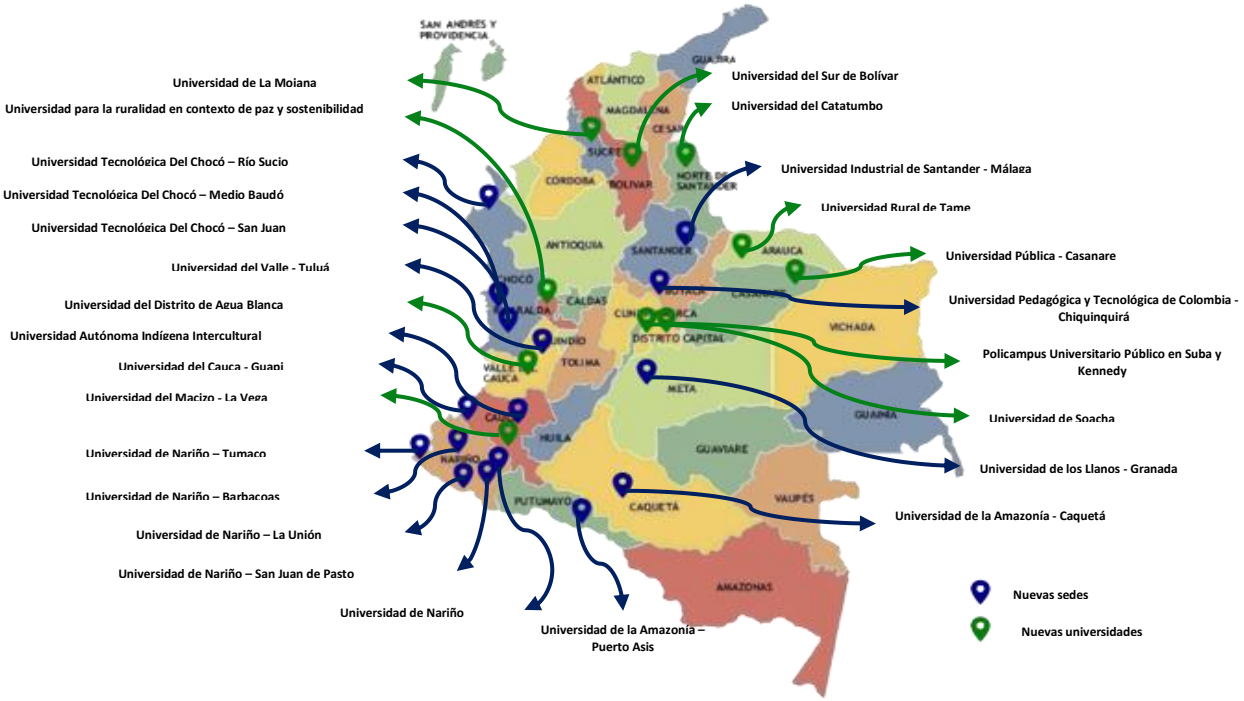
Los planes maestros de infraestructura de las principales Universidades públicas del país le permiten a la FDN aproximarse a las universidades y el Ministerio de Educación con una agenda concreta de proyectos, lo que facilita los plazos de ejecución de una posible estructuración. A diferencias de la educación básica, la cobertura en educación superior, que se encontraba en un 53% en 2022, dista del promedio OECD. El enfoque de la política educativa del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 es aumentar en 500 mil los cupos de las instituciones de educación superior públicas. El gobierno ha anunciado la estructuración de la ANI de parte del Plan Nacional de Espacios educativos.

El siguiente mapa resume la ubicación de la infraestructura que forma parte del Plan Nacional de Espacios Educativos según el Plan Plurianual de inversiones del PND: 16 multicampus (infraestructura pública para uso de diversas IES), 26 nuevas sedes universitarias, 10 sedes del SENA, y 5 adecuaciones de infraestructura. El Mapa 1.1 indica los compromisos específicos del PND para nuevas universidades o sedes universitarias.

Gráfica 1.5. Distribución de compromisos vigentes de infraestructura de educación superior



- Universidad Wayúu
- Nuevos multicampus o complejos educativos (16)
- Nuevas universidades y sedes (26)
- Sedes del SENA (10)
- Mejoras de infraestructura (5)
- Proyectos especiales (3, uno de ellos abarca a todo el país)



No obstante, los compromisos del Plan Plurianual de Inversiones difieren de los proyectos a financiar por el MEN dado que: 1. La selección de los proyectos a financiar la realiza el MEN basándose en propuestas de las IES, 2. El gobierno ha adquirido compromisos posteriores a la expedición del PND.

Se recomienda focalizar el esfuerzo de estructuración apoyando a la ANI y en la estructuración de los proyectos asociados a los planes maestros de infraestructura de las Universidades que cumplan con los siguientes criterios:

- **Ser acreditadas en alta calidad**: Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Caldas, Universidad del Cauca, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad del Valle, Universidad de Cartagena, Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad Militar Nueva Granada, Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea y demás escuelas militares, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de Antioquia, Universidad del Magdalena, Universidad Distrital, Universidad de Nariño, Universidad Surcolombiana, Universidad del Quindío, Universidad de Córdoba, Universidad del Atlántico, Colegios Mayor de Antioquia, Universidad del Tolima, Universidad de Pamplona, Universidad de los Llanos, Universidad de Envigado, Institución Universitaria Pascual Bravo, Politécnico Jaime Isaza Cadavid, Conservatorio del Tolima, Universidad de Sucre, y Universidad Francisco de Paula Santander, Universidad Industrial de Santander.
- **Tener un gobierno corporativo sólido y procesos de contratación transparente**.
- **Tener planes maestros de infraestructura definidos** con proyectos en prefactibilidad o factibilidad.

Siguiendo estos criterios, se recomienda concentrar el esfuerzo en las cuatro universidades públicas más robustas del país: Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad del Valle, y Universidad Industrial de Santander.

Para la Universidad Nacional se recomienda desarrollar los proyectos: 1. Construcción del edificio de diagnóstico veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia– MVYZ; 2. Reforzamiento estructural, restauración arquitectónica, 3. Plan de gestión eficiente de laboratorios. Para la Universidad de Antioquia se recomienda apoyar los siguientes proyectos: ampliación infraestructura física de la Ciudadela Robledo, construcción de la nueva sede para la nueva facultad de salud pública, adaptabilidad de la infraestructura física a las dinámicas institucionales actuales orientada a la versatilidad, la bioseguridad y sostenibilidad de los ambientes de aprendizaje. Finalmente, para la Universidad del Valle se recomienda priorizar los siguientes proyectos: ampliación de las sedes Meléndez, San Fernando, Palmira, y Buenaventura.

Mercado objetivo 3. Mejoramiento en la calidad de educación básica

El principal reto estructural del sistema educativo colombiano es mejorar la calidad de la educación oficial, entendida como el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes. Frente a este reto, la principal preocupación debe ser fortalecer el desarrollo profesional docente. En Colombia existen

329 mil docentes oficiales, de los cuales 309 mil son docentes de aula y 20,589 directivos docentes. Sobre los retos de la formación docente se encuentra que: el 18% de los docentes se encuentra en provisionalidad por lo que no reciben programas de formación robustos; los egresados de licenciaturas en el país tienen resultados inferiores en las pruebas Saber Pro que el resto de los profesionales -en el año 2021 el 48% de los egresados de licenciaturas estuvieron en el nivel más bajo de cuatro niveles en razonamiento cuantitativo, mientras que sólo el 31% de los egresados en todos los programas estuvieron en ese nivel-; 129 mil docentes sólo tienen nivel de pregrado y los programas de posgrado no se concentran en mejorar la práctica de aula; la formación continua es insuficiente frente al total de necesidades de formación y solo se concentra en docentes de primaria.

La formación continua ha sido la principal apuesta del país en calidad educativa con el Programa Todos a Aprender que beneficia anualmente a 86 mil docentes (el 28% del total de docentes). Sin embargo, las evaluaciones de impacto del programa no han sido favorables al medir el impacto en aprendizaje. El programa si ha tenido evaluaciones operativas positivas. Con base en las evaluaciones se ha encontrado que adolece de un sistema de evaluación de desempeño y de selección robusto para los tutores y formadores, explicado por las restricciones de la planta temporal ejecutada por el Ministerio de Educación Nacional. Adicionalmente, el programa ha tenido diversos niveles de estandarización en sus procesos, guías y protocolos. Se ha recomendado mejorar el contenido y la estandarización de las guías y materiales.

La infraestructura es uno de los componentes importantes en los centros de formación docente, sin embargo, en caso de priorizarse el componente por la FDN se deben considerar los procesos pedagógicos, la plataforma de apoyo virtual a los docentes, y los mecanismos de relacionamiento con Universidades para la oferta de cursos y de entidades con experiencia en la operación pedagógica. El modelo de APP para infraestructura de la formación docente permite una operación de alta calidad a partir de operadores con experiencia que resuelvan problemas de calidad de operación pública.

El apoyo de la FDN debe concentrarse en hacer un *benchmark* internacional de estos asuntos en la estructuración, con consultores especialistas en educación (con experiencia en talento humano en educación, gestión educativa, pedagogía, retroalimentación y formación docente, materiales pedagógicos, tecnología en educación, currículo, entre otros). El aporte de la FDN no se debe concentrar en la infraestructura física, el mantenimiento, y la gestión de operadores dado que esto tiene un bajo impacto en el objetivo de mejorar la efectividad docente en el aprendizaje de los estudiantes. La evaluación más reciente a las APP en operación pedagógica (colegios en concesión) en Bogotá (Barrera, F. 2023), indica impactos significativos en el aprendizaje que no se tendrían en caso de no incorporar la contratación, gestión y evaluación docente y directivo docente. Sin embargo, proyectos de alta escala en América Latina como el caso 3 descrito a continuación, no incluye la operación pedagógica.

1.3. Estudios de caso y experiencias internacionales

El sector educativo tiene necesidades de construcción, recuperación y modernización de infraestructura física tanto para instituciones de educación superior como para los preescolar, educación primaria y secundaria. Las principales universidades públicas tienen planes de acción y desarrollo que establecen la ruta necesaria para los próximos años, no obstante, el presupuesto asignado es insuficiente. Por su parte, las Secretarías de Educación Territoriales han ejecutado gastos por 10,85 billones de pesos, entre 2013 y 2020, pero la distribución es heterogénea y no existe información consolidada de las aulas construidas durante el periodo, que hayan sido ejecutadas por los Entes Territoriales Certificados.

A continuación, se presentan algunos casos internacionales de APP para educación.

Caso 1. Universidad de California – La Merced. Concesión de pago por disponibilidad

El proyecto UC Merced 2020 consiste en una concesión a largo plazo otorgada a un desarrollador privado para construir, operar, mantener y financiar la ampliación de la Universidad de California La Merced. De esta forma, se contrató la construcción de un espacio para 10.000 estudiantes adicionales, casi el doble de la capacidad del campus, con instalaciones que incluyen habitaciones, aulas, espacios de enseñanza e investigación y espacios recreativos, entre otros.

La concesión tiene una duración de 39 años para construir y operar los espacios, con pagos denominados “pago por disponibilidad”, basados en el desempeño y sujeto a reducciones por incumplimiento. Estos pagos cubren los costos de capital restantes, así como las operaciones y el mantenimiento de las instalaciones.

Como beneficios, se encuentra que la estructuración del proyecto permite obtener las ventajas en tiempo y en costos, sin transferir derechos de propiedad de la universidad, asignar flujos de ingreso ni establecer arrendamientos. El proyecto UC Merced 2020 obtuvo un premio P3[1] en 2016.

Caso 2. Asociación Público – Privada entre CISCO Networking Academy (NetAcad) y el Gobierno de Rajasthan, India

La Asociación Público-Privada entre Cisco Networking Academy (NetAcad) y el Gobierno de Rajasthan, India, es una colaboración estratégica que tiene como objetivo promover la educación en tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) en el Estado de Rajasthan (India). CISCO es una empresa que ofrece soluciones tecnológicas, además de promover las capacidades en TIC y el e-learning. Junto con el Ministerio de Educación del Estado de Rajasthan, se formó una APP para capacitar en TIC a estudiantes y profesores de colegios de educación secundaria. Específicamente,

[1] P3 hace referencia a PPP, siglas de Asociación Público-Privada en inglés.

NetAcad ofrece un plan de estudios de alta calidad en Fundamentos de TIC, mediante 16 lecciones que cubren temas como ensamblaje de *hardware*, mantenimiento, reparación de equipos y redes.

El objetivo es construir una reserva de talentos formados en habilidades de tecnología para contribuir al desarrollo tecnológico y económico. El programa fue implementado en 37 Centros de Educación Informática. Así mismo, para cada distrito, de 3 a 5 profesores eran seleccionados para atender el programa de entrenamiento.

Actualmente, CISCO continua con su modelo de enseñanza, ofreciendo programas de educación en tecnología a través de APPs a escuelas secundarias, institutos vocacionales, universidades y organizaciones sin fines de lucro.

Caso 3. APP de Escuelas en Belo Horizonte, Brasil

El Proyecto APP de Escuelas en Belo Horizonte es el primer caso de éxito en la implementación de una red municipal de escuelas de educación preescolar y básica a través de un modelo APP en Brasil. En 2011, surgió la priorización del proyecto de un contrato en Asociación Público-Privada para la construcción, elaboración de diseños finales y prestación de servicios administrativos de apoyo, para la red de educación municipal de escuelas de educación preescolar y básica de Belo Horizonte. En el proyecto total se construyeron 51 escuelas, 46 preescolares y 5 de nivel básico. Un aspecto importante es la incorporación de construcciones ambientalmente sustentables. El plazo es de 20 años, contados a partir de la firma del contrato, para la prestación de servicios administrativos, de mantenimiento, alimentos, limpieza y seguridad, sin incluir servicios pedagógicos.

Para evaluar el desempeño del socio privado, se diseñó un esquema para determinar la contraprestación mensual que el ayuntamiento le paga al concesionario, el cual se compone de cuatro subíndices: calidad de la infraestructura y los servicios prestados, entrega en los plazos límite, satisfacción y conformidad de los servicios con las obligaciones. Así mismo, se cuenta con una estructura de garantías y penalizaciones que otorgan certeza y reducen riesgos al ayuntamiento, al socio privado y al sector financiero. La fecha prevista para la terminación del contrato es en febrero de 2033.

Como resultado, la APP de las 51 escuelas ha beneficiado con instalaciones eficientes a aproximadamente 25.000 niños de hasta 14 años y 3.000 docentes; permitiendo que el personal docente se concentre únicamente en labores de enseñanza, lo que genera mayor calidad educativa. Tanto el costo como el tiempo de construcción de las escuelas concesionadas fue inferior a las construidas bajo el modelo tradicional. El costo total de la construcción y equipamiento fue de US$ 65 millones y el valor del contrato asciende a US$ 254 millones (BID 2019).

1.4. Oportunidades y riesgos estratégicos para la FDN

Oportunidades

Se propone priorizar las siguientes oportunidades en educación por la FDN:

O1. Ampliación de infraestructura de educación básica e inicial

Se debe buscar un modelo que maximice la probabilidad de éxito de la estructuración. Para esto se recomienda (ver Saavedra 2022): recurrencia de las fuentes o disponibilidad de espacio de endeudamiento por vigencias futuras de APP; definir un modelo de ingresos basado en pago por niño atendido o capacidad de la infraestructura; las entrevistas realizadas a fondos de inversión en Colombia sugerían que es necesario garantizar una TIR de por lo menos 15% para el inversionista en modelos de APP; definir modelos de concedente en las entidades territoriales.

El foco de la estrategia debería estar orientado a las entidades territoriales en particular a las que han mostrado un nivel de gasto más alto y que por tanto podrían financiar un programa de forma autónoma y aquellas con mayor necesidad de inversión. Para lo primero, Bogotá, Medellín, Cali, la Gobernación de Antioquia, y la Gobernación del Atlántico son las secretarías que tienen un nivel de déficit alto de aulas, tienen gastos persistentes en infraestructura, tienen capacidad de estructuración (incluso con oficinas de APP) y capacidad de endeudamiento. La Tabla 1.1 muestra el gasto en infraestructura educativa de las principales entidades territoriales entre 2014 y 2020.

Tabla 1.1. Gasto total infraestructura educativa principales entidades territoriales, 2014-2020, pesos constantes de 2022

Entidad territorial	Gasto infraestructura (Miles millones de pesos)	Participación sobre el gasto nacional
Bogotá D.C.	2,803	26%
Departamento De Antioquia	690	6%
Departamento De Atlántico	547	5%
Cali	420	4%
Medellín	317	3%
Otras Entidades territoriales	6,069	56%

Fuente: Cálculos propios con Base Formulario Único Territorial (FUT), 2013-2020. Nota: Precios constantes 2022.

Las ventajas de la APP frente a la obra pública se han concentrado en las transferencias del riesgo por la posibilidad de demoras y sobrecostos, o por depreciaciones aceleradas de la infraestructura.

Sin embargo, el componente de administración pedagógica debería ser central en la propuesta de estructuración para una operación por APP, puesto que las mejoras en calidad pueden sustentar el interés de las entidades territoriales, el Ministerio y las comunidades.

Los nuevos alcaldes de Cali y Bogotá pueden estar interesados (ante la ausencia de recursos de libre destinación) en estructurar planes para sustituir matrícula de cobertura de baja calidad como por ejemplo en el distrito de Aguablanca en Cali, o para ampliar la jornada única y preescolar en Bogotá, y que usen flujos recurrentes de recursos como el SGP. En contextos de alta competencia y oferentes de calidad (como sucede en las ciudades principales), la inclusión de componente pedagógico tiene ventajas por los mejores resultados en aprendizaje. Lo anterior no es cierto para las zonas del país donde no se pueden garantizar operadores de la calidad de la Alianza Educativa u otros operadores similares. De hecho, se pueden tener remuneraciones adicionales cuando hay mejores resultados de calidad medidos por las pruebas Saber.

Finalmente, es importante transferir riesgos en factores críticos en la operación como la Alimentación Escolar en contextos de baja calidad en la prestación de este servicio como se valoró en el piloto de Barranquilla. Finalmente, por los retos de dotación de software y hardware para la educación y los servicios de conectividad, se deberían incluir como componentes de la operación.

O2. Ampliación de infraestructura de educación superior

Los planes maestros de infraestructura de las principales Universidades públicas del país le permiten a la FDN aproximarse a las universidades y el Ministerio de Educación, con una agenda concreta de proyectos, lo que facilita los plazos de ejecución de una posible estructuración. Se recomienda para la Universidad Nacional desarrollar los proyectos: 1. Construcción del edificio de diagnóstico veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia– MVYZ; 2. Reforzamiento estructural, restauración arquitectónica y actualización de redes del edificio 201 Facultad de Derecho, 3. Plan de gestión eficiente de laboratorios. Para la Universidad de Antioquia se recomienda apoyar los siguientes proyectos: ampliación infraestructura física de la Ciudadela Robledo, construcción de la nueva sede para la nueva facultad de salud pública, adaptabilidad de la infraestructura física a las dinámicas institucionales actuales orientada a la versatilidad, la bio seguridad y sostenibilidad de los ambientes de aprendizaje. Finalmente, para la Universidad del Valle se recomienda priorizar los siguientes proyectos: ampliación de las sedes Meléndez, San Fernando, Palmira, y Buenaventura. Los montos de inversión se presentarán en el Entregable 4, en caso de que estas intervenciones se prioricen por FDN.

O3. Apoyar procesos detonantes de calidad en educación básica

Siendo que la calidad educativa es el principal reto estratégico del país, las operaciones de infraestructura pueden ser catalizadores de modelos exitosos de apoyo a la formación docente. Los centros de formación docente deben enfocarse en la consolidación de procesos: la calidad de los tutores, formadores o profesores de los cursos cortos, o de la observación de aula; La calidad de los

materiales para los estudiantes y de las guías para los profesores; la claridad de objetivos, procesos, y la evaluación de desempeño; las plataformas tecnológicas de apoyo al programa; el enfoque en contenidos disciplinarios y un aprendizaje activo y colaborativo; La mentoría especializada para el acompañamiento de los maestros durante sus ciclos de formación continua; sugerencia de cursos con base en evaluación del profesor, ruta de especialización (pedagógica o administrativa), y un marco de competencias claro en una estructura como el marco de la buena enseñanza. El rol de la FDN en estructuración podría ayudar a establecer los estándares de requerimientos arquitectónicos, tecnológicos y de procesos para la operación de los Centros de Formación y Bienestar Docente.

Riesgos estratégicos

Los riesgos estratégicos que deben examinarse son:

- **Propósito**. Las oportunidades deben hacer parte de una visión de largo plazo, provenir de una necesidad social clara y de un proceso de validación.
- **Valor**. Las oportunidades deben tener un análisis económico y un análisis de valor por dinero favorables (cuando aplique), y fuentes de pago identificadas y confiables.
- **Preparación**. Las oportunidades deben estructurarse por equipos técnicos y financieros idóneos, con capacidad de proponer mecanismos de fondeo innovadores y de gestión de riesgo.
- **Entrega**. Las oportunidades deben ser sostenibles ante cambio de condiciones.

Al aplicar este modelo al desarrollo de Infraestructura Educativa se encuentran dos asuntos por tipo de riesgo estratégico, que se presentan en las Tablas 1.2 y 1.3.

Tabla 1.2. Riesgos estratégicos de proyectos en infraestructura de educación básica

1. Riesgo de Propósito	2. Riesgo de Valor	3. Riesgo de Preparación	3. Riesgo de Entrega
-Los programas de inversión en educación básica fueron priorizados en las necesidades de inversión del PND y los diálogos vinculantes	**-No existe modelación financiera ni procesos en diseño y viabilización de largo plazo** **-Dificultades en monetizar los servicios**	**-Equipos técnicos en estructuración de APP en Bogotá, Medellín y Barranquilla** **-Mayor costos de construcción frente a obra pública y dificultad de financiación**	**-Demoras en ejecución de obra por licencias o cierre financiero** **-Ausencia de una fuente concurrente de pago**

Fuente: elaboración propia, adaptada de NAO (1019).

Tabla 1.3. Riesgos estratégicos de proyectos en infraestructura de educación superior

1. Riesgo de Propósito	2. Riesgo de Valor	3. Riesgo de Preparación	3. Riesgo de Entrega
-Elevada prioridad para el gobierno nacional	-ABC y VFM inadecuados. No existe un plan de inversiones consolidado. -Dificultades en monetizar los servicios	-Pobre estructuración técnica y financiera en las universidades -Falta de liderazgo del *MEN*	-Ausencia de capacidades del ejecutor

Fuente: elaboración propia, adaptada de NAO (1019).

2. Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP en energías renovables, eficiencia energética y transporte

2.1. Políticas públicas

Introducción

La eficiencia energética consiste en proporcionar el mismo o un mejor servicio utilizando menos energía (conservación de recursos). Los servicios energéticos son todos los beneficios que obtenemos del uso de la energía, como la iluminación, el confort térmico, el transporte de personas y mercancías, así como las funciones industriales y agrícolas. Aumentar la eficiencia energética en el uso final suele ser la forma más económica y una de las más efectivas de satisfacer la demanda de servicios energéticos mientras se reduce el consumo de energía y los impactos climáticos y ambientales asociados. La eficiencia energética, entendida como energía que no se consume, es un recurso energético que desempeña un papel esencial en el camino hacia la descarbonización y la transición energética. La eficiencia energética desempeña un papel esencial en el camino hacia la descarbonización y la transición energética, y está relacionada con:

- **Reducción de consumo:** La eficiencia energética implica minimizar el consumo de energía para realizar una determinada tarea o alcanzar un resultado deseado. Esto se logra a través de la adopción de tecnologías, prácticas y procesos que reduzcan el desperdicio de energía.

- **Conservación de recursos:** Al mejorar la eficiencia energética, se reduce la demanda de recursos naturales, como combustibles fósiles y electricidad, lo que contribuye a la conservación de estos recursos finitos y a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Beneficios económicos:** La eficiencia energética puede generar ahorros significativos en los costos de energía para individuos, empresas e instituciones. Además, puede aumentar la competitividad de las empresas al reducir sus gastos operativos.

- **Aplicaciones variadas:** La eficiencia energética se aplica en una amplia gama de sectores, desde la mejora de la aislación en edificios para reducir la necesidad de calefacción o refrigeración, hasta la optimización de motores y sistemas en la industria para reducir el consumo de energía.

- **Tecnologías y medidas:** Para mejorar la eficiencia energética, se pueden utilizar una variedad de enfoques, como la adopción de tecnologías más eficientes, la implementación de prácticas de conservación de energía, el diseño de edificios y productos más eficientes desde el punto de vista energético, y la concienciación y capacitación en el uso eficiente de la energía.

En Colombia, la energía útil es del 24%, es decir, 76% de la energía se desperdicia. Existe un alto potencial para implementar medidas de eficiencia energética. En Colombia el sector energía

representó el 32,6% de las emisiones GEI en 2020. Dentro del sector, transporte representa el 31.6% del total sectorial, la generación de electricidad y calor el 25%, la industria manufacturera y de construcción el 18.2% y edificaciones el 6.9%.

Las medidas de eficiencia energética reducen el consumo de energía y combustibles, disminuyendo las emisiones de GEI. Por ejemplo, promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria que puedan impactar hasta el 15% en la reducción de energía y/o emisiones. Adicionalmente, estas medidas están asociadas a procesos de innovación que mejoran la competitividad de la industria, el comercio y el turismo, así como la resiliencia de los procesos productivos ante posibles impactos de cambio climático. Por esta razón se prioriza como una de las medidas dentro de la NDC actualizada de Colombia y de los PIGCCS del sector minas y energía y del sector comercio, industria y turismo.

De manera similar, la electrificación del transporte, además de reducir emisiones, tiene importante co-beneficios en términos de salud pública al reducir la contaminación ambiental y la mortalidad y morbilidad asociada a ella.

Políticas públicas relacionadas con eficiencia energética

- **Ley 1715 de 2014 Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional**

En 2014 se expidió la Ley 1715, ´por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional´. La Ley establece el marco legal y los instrumentos para fomentar la inversión y el aprovechamiento de las FNCE (especialmente las renovables) para la generación de energía eléctrica en el país. En materia de promoción de la generación de energía eléctrica a partir de FNCE, la Ley orienta las siguientes disposiciones relevantes:

Promoción de la autogeneración a pequeña y gran escala y la generación distribuida a través de:

- La autorización a los autogeneradores para entregar excedentes a la red de distribución y/o transporte. Para el caso de autogeneradores de pequeña escala, los excedentes que entreguen se reconocerán, mediante un esquema de medición bidireccional, como créditos de energía según las normas de la CREG al respecto.
- Los sistemas de medición bidireccional y los mecanismos de conexión a la red podrán ser de bajo costo y simplificados para viabilizar que puedan ser implementados, entre otros, por usuarios residenciales.
- La venta de energía por parte de generadores distribuidos, la cual se remunerará teniendo en cuenta los beneficios que trae al sistema (pérdidas evitadas, vida útil de activos de distribución, soporte de energía reactiva, etc.) según la regulación de la CREG.
- La venta de créditos de energía. Aquellos autogeneradores acreedores de créditos de energía, podrán negociarlos con terceros.

Siguiendo estas disposiciones, la CREG expidió la Resolución 024 de 2015 para la regulación de la actividad de autogeneración[2] en el Sistema Interconectado Nacional (SIN). En ella se establecen como condiciones para la conexión al SIN por parte de un autogenerador, la suscripción de un contrato de conexión con un distribuidor o transportador, la instalación de equipos de medición de energía demandada y entregada. Como condiciones para la entrega de excedente de energía por parte de un autogenerador, se establece que el autogenerador sea representado por un generador en el mercado mayorista, el cual declare la potencia máxima (sujeta a cambios según la normatividad) e informe la energía excedente entregada al SIN por parte del autogenerador.

La misma Resolución CREG 024 de 2015 establece que los autogeneradores que puedan garantizar energía en firme adicional a la necesaria para satisfacer su propia demanda, podrán acceder al pago del cargo por confiabilidad según la misma normatividad aplicable a los generadores del mercado mayorista. A este respecto, la CREG estableció las metodologías para determinar la energía firme de plantas que utilicen FNCE: para cogeneradores con biomasa mediante Resolución CREG 153 de 2013, para plantas geotérmicas mediante Resolución CREG 132 de 2014, para plantas eólicas mediante Resolución CREG 061 de 2015, y para plantas solares mediante la Resolución CREG 227 de 2015. Para las pequeñas centrales hidroeléctricas y las hidroeléctricas a filo de agua, aplica la metodología establecida para plantas hidráulicas y plantas no despachadas centralmente, expedida mediante la Resolución CREG 071 de 2006 y modificatorias.

Sustitución de generación con diésel en las Zonas No Interconectadas (ZNI), mediante las siguientes acciones:

- El establecimiento de áreas de servicio exclusivo para la prestación por una misma empresa de energía eléctrica y gas natural en ZNI, con el objetivo de reducir costos de prestación de los servicios mediante sustitución de generación con diésel por FNCE.
- El desarrollo de esquemas de incentivos, de acuerdo con evaluaciones costo-beneficio, para que los prestadores de energía eléctrica en las ZNI reemplacen (parcial o totalmente) su generación con diésel por FNCE.

Creación del Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE), con el cual se podrán financiar programas y proyectos de autogeneración a pequeña escala y de promoción de buenas prácticas en el sector residencial de estratos 1, 2 y 3. Este Fondo será nutrido con recursos aportados por la Nación, entidades públicas o privadas, y organismos multilaterales e internacionales.

Como mecanismos concretos para incentivar la inversión en proyectos de FNCE, la Ley dispone los siguientes instrumentos:

[2] Si bien esta regulación fue diseñada para autogeneradores a gran escala, actualmente aplica para todos los autogeneradores puesto que la Resolución 024 de 2015 de la CREG dispone que hasta que la UPME no determine el límite de potencia máxima para considerar un autogenerador como de pequeña escala, y hasta que el MME no expida la política aplicable para autogeneradores de pequeña escala, todos los autogeneradores serán considerados como de gran escala.

Tributarios

Renta. Los declarantes de renta que realicen directamente inversiones alrededor de la producción y utilización de energía a partir de FNCE (previa certificación de beneficio ambiental del MADS) podrán reducir anualmente su renta, dentro de los 5 años siguientes al año gravable en que se haga la inversión, el 50% del valor total de la inversión realizada.[3]

IVA. Los equipos, elementos, maquinaria, y servicios, bien sean nacionales o importados, que se destinen a la preinversión o inversión en proyectos de producción o utilización de energía eléctrica a partir de FNCE, o para proyectos de medición y evaluación de potenciales recursos, estarán excluidos del IVA.

Arancelarios

Las nuevas inversiones y proyectos en FNCE (después de la entrada en vigencia de la Ley) gozarán de exención de los derechos arancelarios de importación de maquinaria, equipos e insumos que sean destinados a las labores de inversión y preinversión de dichos proyectos, que no sean producidos por la industria nacional y que su único medio de adquisición sea vía importación.

Contables

Los nuevos proyectos de generación a partir de FNCE (después de la entrada en vigencia de la Ley) gozarán del régimen de depreciación acelerada, aplicable a la maquinaria, equipos y obras civiles necesarias para la inversión y operación exclusivamente de la actividad de generación. La tasa anual de depreciación no podrá ser mayor a 20% como tasa global anual, excepto en los casos en los que la Ley autorice porcentajes mayores.

Adicionalmente, en materia de desarrollo y promoción de las FNCE, la Ley dispone algunos lineamientos particulares a ser promovidos por el Gobierno Nacional, el Ministerio de Minas y Energía (MME), el MADS y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Para la energía procedente de biomasa: que los proyectos forestales y agrícolas creen planes e instrucciones para el aprovechamiento y utilización de subproductos y residuos; para la energía solar, que proyectos de urbanización y edificaciones oficiales incorporen el aprovechamiento del recurso solar, y que se estudie la viabilidad de desarrollar la energía solar como fuente de autogeneración para estratos 1, 2 y 3 como alternativa al subsidio de energía eléctrica existente para estos usuarios; para la energía eólica, el fomento de proyectos de aprovechamiento del recurso eólico para generación en zonas aisladas o interconectadas; para la energía geotérmica, incentivar proyectos de exploración e investigación del subsuelo para fomentar su aprovechamiento; y otras más. Además, la Ley dispone que se fomente la investigación en ciencia y tecnología alrededor de las FNCE, como la adopción de medidas concretas de carácter económico-financiero, tributario, y de cooperación y colaboración entre agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

[3] El valor a deducir nunca podrá superar el 50% de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión.

- **Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (anterior)**

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 en los artículos 96,97,98,99, 100 y 101 establece el desarrollo de Planes de movilidad sostenible que incluyen al transporte público con energéticos y tecnologías de bajas o cero emisiones, amplía las fuentes de financiación para los sistemas de transporte y permite el apoyo y cofinanciación a los sistemas de transporte por parte del Gobierno nacional.

- **Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026**

El PND 2022-2026, Ley 2291 de 2023 establece que se promoverá el consumo energético eficiente como un mecanismo para el desarrollo económico. Desde la dinamización del mercado, en el Artículo 100 se establece la posibilidad de celebrar contratos directos hasta por mínima cuantía con personas o entidades sin ánimo de lucro que hagan parte de la economía popular y comunitarias. Una de las posibilidades de contratación, en este caso, es servicios o bienes relacionados con eficiencia energética.

Por otra parte, el artículo 237 modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014 con mención a los edificios pertenecientes a las administraciones públicas a los que se les obliga a realizar auditorías energéticas de las instalaciones con periodicidad de cuatro años, en las que se definan objetivos en ahorro de energía asociados a medidas específicas de eficiencia energética y la utilización de FNCER.

Con esto, el gobierno busca impulsar un ahorro mínimo del 15% respecto al consumo del año inmediatamente anterior en cada auditoría. Cada entidad debe destinar los recursos para cumplir con las metas de eficiencia energética y los ahorros obtenidos por la implementación de las medidas podrán ser utilizados por las entidades para pagar inversiones realizadas y nuevas inversiones. La línea base debe ser calculada de acuerdo con la metodología definida por la UMPE.

La Ley del Plan de Desarrollo resalta la elevada ineficiencia en el consumo de energía (la energía útil es del 31%), lo que implica también un alto potencial para la adopción de medidas de EE. En el eje de Transformación productiva, internacionalización y acción climática, el PND busca promover el consumo eficiente de energía a través de:

Industria

- Establecimiento de metas de ahorro energético para todos los sectores económicos a partir de los potenciales de ahorro identificados en el PAI-PROURE y en las auditorías energéticas.

- Promoción de la implementación de sistemas de gestión eficiente de la energía -SGE- iniciando con las empresas del sector industrial.

Vivienda. Diseño e implementación de programas para financiar y subsidiar el recambio de equipos de iluminación y refrigeración ineficientes usados en los hogares.

Edificaciones e infraestructura pública. Habilitación de mecanismos financieros a través del FENOGE para que las entidades públicas puedan adelantar proyectos de eficiencia energética en las edificaciones públicas, los ahorros obtenidos pueden ser utilizados para pagar las inversiones realizadas y nuevas inversiones. Impulso al reemplazo de las luminarias tradicionales del alumbrado público por tecnologías LED o aquellas más eficientes en su consumo energético por parte de las entidades territoriales.

Transporte. Promoción de la eficiencia energética y la descarbonización del sector transporte con el fin de avanzar de forma progresiva hacia formas de movilidad cero y bajas en emisiones en todos los segmentos, medios y modos.

- **PROURE (Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía)**

El Programa de uso racional y eficiente de la energía (PROURE) fue concebido mediante la Ley 697 de 2001, reglamentada por el Decreto Nacional 3683 de 2003, en la que se declaró al Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social y de conveniencia nacional. Se destacó mediante la Ley 697 de 2001 (Ley al aseguramiento del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales). En este marco, el Estado se comprometió con la generación de una infraestructura para la incorporación del uso racional y eficiente de la energía desde sus diferentes dimensiones: técnica, legal, económica y financiera.

Se definió al Ministerio de Minas y Energía como cabeza de este proceso, dentro de lo que se incluyó la creación del PROURE. El PROURE se estableció con el objetivo de aplicar de forma gradual programas para que la cadena energética tendiera por la eficiencia energética. Dado que el PROURE sería el estamento encargado de la generación de lineamientos de política pública, el ministerio debía promover y apoyar proyectos de acuerdo con estos lineamientos, basados en estudios de viabilidad tecnológica, ambiental y económica.

El Decreto 3683 de 2003, reglamenta la Ley 697 de 2001 y define, entre otros temas, el alcance del PROURE:

- Celebrar convenios administrativos con otras entidades que se relacionen con el tema.

- Convocar a los gremios, universidades, organismos no gubernamentales, y centros de desarrollo tecnológico con el fin de lograr acuerdos para la ejecución de programas de PROURE.
- Crear las condiciones para que se desarrollen los convenios y programas PROURE y el mercado URE en Colombia.

- Propender por la utilización del gas natural en el sector residencial, industrial, comercial y vehicular, para dar cumplimiento a metas de demanda establecidas por el PROURE.

- Impulsar estrategias que permitan la prestación de servicios energéticos por parte de las empresas de servicios públicos y el surgimiento de empresas de servicios energéticos.

- Promover esquemas sostenibles que permitan el surgimiento y fortalecimiento de entidades ejecutoras de proyectos de uso racional y eficiente de energía.

- Promover la constitución de fondos voluntarios y celebrar acuerdos de la misma naturaleza con la industria, la empresa de servicios públicos, los gremios, las entidades de cooperación internacional y otras para el desarrollo de programas y actividades de apoyo al cumplimiento de los objetivos de la ley.

También desde el Decreto 3683 de 2003 se estableció que la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales (CIURE) debía asesorar al Ministerio de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre el uso racional y eficiente de la energía, y también en la generación de lineamientos para el diseño, implementación y seguimiento del PROURE. Además, debe hacer el seguimiento a las metas y variables energéticas y económicas que evidencie el avance del PROURE.

Esta Comisión estaría integrada por los ministros o delegados del Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Comercio Industria y Turismo, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Director Ejecutivo de la CREG y Colciencias (hoy MinCiencias). En el Decreto 2688 de 2008 se incluyeron el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y al Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE).

En el Artículo 18 del mismo decreto, se estableció que las unidades especiales UPME y CREG, en coordinación con las entidades públicas pertinentes, debían identificar e implementar modelos y fuentes de financiamiento para la gestión y ejecución del PROURE. Actualmente, la UPME en la Subdirección de la Demanda debe identificar e implementar en conjunto con MinMinas y otras entidades del sector los modelos y fuentes de financiación para el PROURE y sus proyectos de promoción de energías no convencionales (Organigrama de la UPME).

Del PROURE ha generado tres Planes de Acción Indicativos (2020-2015, 2017-2022, 2022-2030), que definen las iniciativas y metas de eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales y medidas base para el cumplimiento de metas. Para el último estableció las siguientes metas:

Tabla 2.1. Metas de los Planes de Acción Indicativos 2022 – 2030

Sector	Ahorro potencial (PJ)	Meta de ahorro (%)	Emisiones evitadas (MTonCO2)
Residencial	523,07	3,11%	8,23
Transporte	673,33	4,00%	50,33
Terciario	131,71	0,78%	6,25
Industrial	256,36	1,52%	14,12
Termoeléctrico	25,46	0,15%	1,89
Hidrocarburos	27,67	0,16%	1,66
Minería	11,46	0,07%	0,77
Edificaciones	38,08	0,23%	1,75
Almacenamiento	1,05	0,01%	0,003
Distritos térmicos	0,35	0,00%	0,008
Totales	1688	10%	85,02

La Ley 2099 de 2021 establece disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético y la reactivación económica del país. Entre otros temas, se establecen algunos incentivos para la promoción de la eficiencia energética en el marco del PROURE:

- Incentivo arancelario (Art. 10, que modifica el Art. 13 de la Ley 1715 de 2014): para las personas naturales o jurídicas que realicen inversiones en proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCE), de medición y evaluación y medidas de eficiencia energética. Las exenciones arancelarias aplican a: importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de inversión y de reinversión e los proyectos.

- Incentivo contable de depreciación acelerada de activos (Art. 11, que modifica el Art. 14 de la Ley 1715 de 2014): para proyectos de inversión certificados y evaluados en el marco del PROURE, la tasa de depreciación anual no sería superior al 33,33% como tasa global anual.

- Sello de producción limpia (Art. 54): para incentivar el uso de FNCE y la inversión en Eficiencia Energética y depende del registro en el RENARE (Registro Nacional de Reducción de Gases de Efecto Invernadero).

Necesidades de financiación

La suma de las inversiones necesarias para las medidas propuestas en el PAI-PROURE 2022-2030 durante 10 años es de COP 170 billones, es decir un aproximado del 1.8% del PIB nacional agregado en el periodo. El sector en el que se requiere el mayor volumen de inversiones es el sector transporte, al que le corresponde el 55% del total de inversiones estimadas, seguido del sector residencial, industrial y terciario, cuyas participaciones son del 14%, 11% y 11%, respectivamente.

Transporte: La medida de recambio de buses por eléctricos y a gas natural es la que requiere un mayor esfuerzo de inversión por cada unidad de energía ahorrada.

Terciario: La inversión estimada de las medidas propuestas en el PAI-PROURE es de COP 20 billones. La medida más costosa por unidad de energía ahorrada es la iluminación LED.

Industrial: La inversión necesaria es de COP 20 billones, de los cuales 50% corresponden a las medidas relacionadas con fuerza motriz. Las medidas menos costosas son la refrigeración y la implementación de los sistemas de gestión de energía.

2.2. Necesidades sectoriales y mercado objetivo

Introducción

El sector comercio, industria y turismo representó el 29,3% del PIB de 2021 y aportó 42.5% del crecimiento del país entre 2020 y 2021. En el sector industrial el 36% del PIB sectorial se concentra en refinación de petróleo, productos químicos, caucho, plásticos y cemento, el 28% en el sector alimentos y bebidas, 14% en metalurgia y equipos, 10% en la industria textil, la madera y su transformación representa el 6%, y muebles y otras industrias manufactureras el 6% del sector. En el sector comercio el 52% del PIB sectorial está representado por comercio y reparación de vehículos, 26% por transporte y almacenamiento, y el 22% por alojamiento y servicios de comida (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. PIB del sector industria y comercio en 2021

Concepto	PIB 2021 (Miles de millones de pesos 2015)	% PIB 2021
Industrias manufactureras	107,172	11.8%
Elaboración de productos alimenticios; elaboración de bebidas; tabaco	29,953	3.3%
Fabricación de productos textiles; prendas de vestir; fabricación de calzado	10,707	1.2%
Transformación de la madera; fabricación de papel, cartón y productos de papel y de cartón; actividades de impresión	6,747	0.7%
Fabricación de productos de la refinación del petróleo; fabricación de sustancias y productos químicos; fabricación de productos farmacéuticos; fabricación de productos de caucho y de plástico; fabricación de otros productos minerales no metálicos	38,928	4.3%
Fabricación de productos metalúrgicos; fabricación de maquinaria y equipo; fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; fabricación de vehículos automotores	14,989	1.7%
Fabricación de muebles, colchones y somieres; otras industrias manufactureras	5,904	0.7%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; Transporte y almacenamiento; Alojamiento y servicios de comida	158,905	17.5%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	82,147	9.1%
Transporte y almacenamiento	41,549	4.6%
Alojamiento y servicios de comida	34,678	3.8%

Fuente: Elaboración propia a partir de cuentas nacionales (DANE, 2023).

De acuerdo con el Balance de Energía Útil 2019 (UPME, 2019), el 76% de la energía útil en el sector transporte se pierde, en el sector industria el 45%, mientras que en el sector residencial y terciario las pérdidas son del 82% y 66% respectivamente (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Balance de energía útil por sector, 2019

Sectores	Energía final (TJ)	Energía útil (TJ)	% energía útil	Pérdidas de energía (TJ)
Transporte	463.732	110.104	24%	353.628
Industria	289.265	159.237	55%	130.028
Residencial	259.503	46.812	18%	212.691
Terciario	65.421	22.197	34%	43.224
Total	1.077.921	338.351	31%	739.570

Fuente: UPME, 2019.

Si se utilizara la mejor tecnología disponible en Colombia, podría reducirse en 55% el desperdicio de energía, principalmente en los sectores residencial e industria. Esto generaría ahorros de US 6.600 millones para las empresas y edificaciones. Si se adoptara la mejor tecnología disponible internacionalmente, la ganancia en eficiencia sería del 88.7%, con ahorros de US 11.000 millones.

Mercado objetivo

La financiación estructurada para proyectos de eficiencia energética en industria y edificios comerciales puede ser útil para las empresas grandes del país. De acuerdo con datos del Directorio Estadístico de Empresas del DANE, en 2021 en el país había 6.167 empresas grandes[4]. El 12.8% de las empresas grandes en el país son del sector industria (788 empresas), que consume el 26.8% de la energía útil (Balance de Energía Útil 2019, UPME 2020). Por su parte el 33.6% de las empresas grandes son del sector comercio y actividades profesionales (2.075 empresas) que consumen el 6% de la energía útil. La Tabla 2.4 muestra el porcentaje del total de empresas grandes por sector económico.

Tabla 2.4. Porcentaje de empresas grandes por sector en Colombia

Sector Económico	Porcentaje del total de empresas grandes
Actividades inmobiliarias	0.4%
Explotación de minas y canteras	1.4%
Suministro de electricidad, gas, agua y gestión de desechos	1.7%
Alojamiento y servicios de comida	2.0%
Actividades financieras y de seguros	2.8%
Información y comunicaciones	3.1%
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	4.7%
Actividades artísticas, entretenimiento, recreación y otras actividades de servicios	6.1%
Transporte y almacenamiento	7.3%
Construcción	7.7%
Comercio y reparación de vehículos	9.1%
Industrias manufactureras	12.8%
Administración pública y defensa, educación y atención de la salud humana	16.3%
Actividades profesionales, científicas, técnicas y servicios administrativos	24.5%

Fuente: DANE (2022).

Para estas empresas es atractivo implementar proyectos de eficiencia energética que reduzcan sus costos operativos, mejore su productividad, y les permita reducir sus emisiones de gases efecto

[4] Una empresa grande es aquella con más de 200 trabajadores y activos totales superiores a 30.000 SMMLV (Ley 590 de 2000).

invernadero, lo que les permite acceder a nuevas y mejores fuentes de financiamiento, sea para funcionamiento o crecimiento.

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Ley 2291 de 2023) establece que se promoverá el consumo energético eficiente como un mecanismo para el desarrollo económico en el país. Para el sector industria establece (i) la necesidad de contar con metas de ahorro energético para todos los sectores económicos a partir de los potenciales de ahorro identificados en el PAI-PROURE 2022-2030 y en las auditorías energéticas, y (ii) la promoción de la implementación de sistemas de gestión eficiente de la energía -SGE. Por su parte la Contribución Nacionalmente Determinada de Colombia actualizada en 2020 incluye acciones en eficiencia energética para los sectores de minas y energía, comercio, industria y turismo, ambiente y vivienda con un potencial de mitigación de 10.51 Mt de CO2eq. Para el sector industria las acciones planteadas en la NDC son:

- Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector de industria con la meta de hasta el 15% en la reducción de energía y/o emisiones.
- Procesos de producción sostenible en el sector cemento a partir de la sustitución de combustibles a partir de coprocesamiento.
- Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras incrementando en eficiencia energética.
- Mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en centros de abastecimiento.

A pesar de los beneficios privados y sociales de las medidas de eficiencia energética en los sectores de transporte, industria y residencial, no se observan avances decididos en esta materia. Tres de las principales dificultades son la atomización de la demanda, la falta de financiamiento estable, y baja capacidad de estructuración de proyectos.

Se propone focalizarse en transporte en las cuatro principales ciudades del país de acuerdo con el tamaño de la población. Esta selección aumenta la probabilidad de cofinanciación local, y de interactuar con administraciones que tienen capacidades institucionales y/o que han empezado a aplicar el modelo. Por ejemplo, para eficiencia energética en edificaciones públicas en Bogotá se han analizado a nivel de perfilamiento 146 edificaciones, de las cuales se seleccionaron 20 edificaciones de mayor consumo. Se estima a nivel de prefactibilidad una inversión de COP 8.066 millones, equivalente a un ahorro de energía eléctrica de 3939.5 Mwh/año, ahorro económico de COP 2681.6 millones/año y una reducción de emisiones de GEI 1111.02 Ton CO2/año. Para la electrificación del transporte el mercado objetivo, asumiendo la electrificación del 15% de la flota de estos sistemas de transporte (aproximadamente 1.650 buses), se requerirían USD 655 millones. Esta selección aumenta la probabilidad de cofinanciación local, y de interactuar con administraciones que tienen capacidades institucionales y/o que han empezado a aplicar el modelo.

Para las medidas de eficiencia energética en industria el mercado objetivo son las ESCOs (Energy Services Company, por sus siglas en inglés) existentes, que cuentan con la capacidad de agregar la demanda e invertir a riesgo en nuevas tecnologías que produzcan ahorros en consumo energético.

Para las edificaciones públicas y luminarias el mercado objetivo son también las cuatro ciudades con mayor población por las razones enunciadas anteriormente.

2.3. Estudios de caso y experiencias internacionales

En los últimos años, las asociaciones público-privadas (APP) han sido ampliamente adoptadas para desarrollar proyectos de eficiencia energética entre los sectores público y privado. Entre los beneficios de las APP para eficiencia energética se encuentran:

- **Acceso a capital:** las APP permiten aprovechar la inversión del sector privado para financiar proyectos de eficiencia energética. Mientras que los gobiernos pueden enfrentar restricciones presupuestarias, las empresas privadas aportan capital y experiencia financiera para acelerar la adopción de tecnologías energéticamente eficientes.

- **Innovación tecnológica:** Las empresas privadas suelen estar a la vanguardia de los avances tecnológicos en el sector energético. A través de asociaciones con entidades gubernamentales, estas empresas pueden colaborar en investigación y desarrollo, lo que conduce a avances en soluciones energéticamente eficientes. Al aprovechar la experiencia y la innovación de ambos sectores, las APP impulsan la implementación de tecnologías de vanguardia y garantizan una mejora continua en la eficiencia energética.

- **Compartir riesgos:** Los proyectos de eficiencia energética a menudo conllevan riesgos significativos, como incertidumbres tecnológicas y volatilidad en el mercado. Las asociaciones público-privadas proporcionan un mecanismo para compartir riesgos entre el gobierno y los socios del sector privado. Al compartir riesgos y recompensas, las APP alientan a las empresas privadas a invertir en proyectos de eficiencia energética que de otro modo considerarían demasiado arriesgados.

A continuación. se presentan algunos casos internacionales de APP para eficiencia energética.

Caso 1. Proyecto de eficiencia energética en la Municipalidad de Milán

En 2018, la municipalidad de Milán anunció la convocatoria para Asociaciones Público – Privadas para mejorar el rendimiento energético para la climatización de invierno y verano, mediante intervenciones como generadores de calor eficientes, instalación de paneles, tecnologías de automatización para los sistemas de calefacción y eléctricos, entre otros. Las acciones de eficiencia van dirigidas a edificios como viviendas, cárceles, hoteles, centros médicos, teatros, colegios, entre otros.

En las APP participan tres actores: la entidad pública, que proporciona el 20% de la inversión, la entidad privada, que puede ser propietarios y/o copropietarios del edificio sujeto a intervención; personas que disfrutan del derecho de propiedad del edificio, como inquilinos; sociedad de personas; sociedad de capital; entidades privadas y empresas de servicios energéticos; y las instituciones financieras, que proporcionan préstamos de hasta el 80% de los proyectos de eficiencia energética. De esta forma, el riesgo, tanto financiero como no financiero, está distribuido entre los actores. La remuneración a las partes privadas se suministrará a través de los ahorros energéticos del Contrato de Rendimiento Energético al finalizar el proyecto. Esto incentiva a la parte privada a hacer todos los esfuerzos para cumplir con los objetivos de eficiencia energética y evitar pérdidas financieras. A su vez, el periodo del contrato es de dos años, por lo que el privado tiene recapitalización de la inversión en un periodo corto de tiempo.

Caso 2. Asociación Público – Privada para generación de energía eólica en Uruguay

Uruguay cuenta con un programa de largo plazo para aumentar la generación de energía eléctrica a partir de fuentes eólicas. De este modo, ha logrado cambiar la matriz energética del país en sólo una década, alcanzando el 36% del total de energía eléctrica para el segundo trimestre de 2019.

El programa se compone de diversas fases, que involucran subastas de energía donde empresas privadas, en colaboración con el sector público a través de Asociaciones Público-Privadas (APP), han construido la mayoría de los parques eólicos que actualmente están en funcionamiento. Estos parques generan energía eléctrica que se vende al Estado, gestionado por la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), a un precio fijo durante un período específico. De este modo, a 2020, existen 43 parques eólicos bajo la modalidad de APP para la venta de electricidad a la UTE.

Caso 3. Modelo de APP con una ESCO para alumbrado público en Croacia

En la ciudad de Novigrad – Cittanova en Croacia se modernizó el alumbrado público mediante una Empresa de Servicios de Energía (ESCO, por sus siglas en inglés) por licitación pública. Se realizó el contrato por 98 meses, en donde la municipalidad, mediante el Fondo de Protección Ambiental y Eficiencia Energética otorgó el 36% del CAPEX.

Las nuevas luminarias resultarán en un ahorro total de energía de 297.262 kWh por año (o el 57 por ciento de la energía que la ciudad consume cada año para el alumbrado público). Esto representa un ahorro de más de EUR 50,000 por año y una reducción anual de emisiones de CO2 de 112 toneladas. Además de la mejora en la huella ambiental y el ahorro de energía, el nuevo sistema de iluminación ha mejorado significativamente el nivel de visibilidad, lo que ha tenido un impacto positivo en la seguridad vial en las zonas peatonales.

Caso 4. Asociación Público – Privada para el transporte eléctrico en Santiago

En una Asociación Público – Privada entre Enel X, Metbus, RED y el Ministerio de Transportes de Chile, se inició en 2017 con la introducción de los dos primeros autobuses completamente eléctricos. Después de un año de pruebas, se determinó que los costos operativos eran de 0,10 dólares por kilómetro, en comparación con los 0,43 dólares por kilómetro de un autobús diésel equivalente. RED tiene como objetivo contar con una flota de más de 1,700 autobuses eléctricos para 2023, convirtiéndose así en la más grande de América Latina en su categoría. Los buses se alimentan de 16 terminales eléctricas, varias de ellas con paneles fotovoltaicos en el techo, y 324 estaciones de carga eléctrica para autobuses.

En Colombia no ha habido APPs enfocadas en eficiencia energética. Existen programas y políticas de gobierno para apoyar las metas energéticas de los diferentes sectores, pero en muchos casos son de difícil acceso para los usuarios, y no logran resolver los problemas mencionados de atomización de demanda, falta de financiación estable, y baja capacidad de estructuración de proyectos.

2.4. Oportunidades y riesgos estratégicos para la FDN

Oportunidades

Se propone priorizar las siguientes oportunidades por la FDN:

O1. Electrificación del transporte masivo. El sector transporte es el mayor consumidor energético (44%), el sector de mayor ineficiencia energética (76%) y el que genera el 12,5% de las emisiones totales de GEI del país. El transporte masivo es la principal fuente móvil de emisiones contaminantes que afectan la salud, la productividad, la biodiversidad.

O2. Cambio de luminarias urbanas. El servicio energético brindado por las luminarias tradicionales de alumbrado público tiene una eficiencia del 1%, mientras que los bombillos LED aumentan la eficiencia del sistema a 44%.

O3. Eficiencia energética en edificaciones públicas. Es necesario habilitar mecanismos financieros para que las entidades públicas puedan adelantar proyectos de eficiencia energética en edificaciones públicas, y desplegar tecnologías como, por ejemplo, vidrios fotovoltaicos para el aprovechamiento de fachadas para energía solar. Los ahorros obtenidos podrán ser utilizados para pagar las inversiones realizadas y nuevas inversiones.

O4. Medidas de eficiencia energética en industria. Para las empresas de mayor tamaño y consumo energético el modelo ESCOs es atractivo, ya que se pueden generan suficientes ahorros para recuperar rápidamente la inversión realizada,

Riesgos estratégicos

Los riesgos estratégicos que deben examinarse son:

- **Propósito**. Las oportunidades deben hacer parte de una visión de largo plazo, provenir de una necesidad social clara y de un proceso de validación.
- **Valor**. Las oportunidades deben tener un análisis económico y un análisis de valor por dinero favorables (cuando aplique), y fuentes de pago identificadas y confiables.
- **Preparación**. Las oportunidades deben estructurarse por equipos técnicos y financieros idóneos, con capacidad de proponer mecanismos de fondeo innovadores y de gestión de riesgo.
- **Entrega**. Las oportunidades deben ser sostenibles ante cambio de condiciones.

Al aplicar este modelo a la eficiencia energética, se encuentran dos asuntos por tipo de riesgo estratégico, que se presentan en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Riesgos estratégicos de proyectos en eficiencia energética

1. Riesgo de Propósito	2. Riesgo de Valor	3. Riesgo de Preparación	3. Riesgo de Entrega
-La oportunidad no es prioritaria -Escasa relación con actores relevantes	-ABC y VFM inadecuados -Dificultades en monetizar los servicios por costos de transacción y tamaño	-Pobre estructuración técnica y financiera -Falta de liderazgo del *offtaker*	-Ausencia de capacidades operacionales y flexibilidad financiera del ejecutor -Inflexibilidad normativa

Fuente: elaboración propia, adaptada de NAO (2019).

3. Necesidades, mercado objetivo, riesgos y oportunidades para APP en Ciudades inteligentes

3.1. Políticas públicas

Introducción

Las ciudades son máquinas de aumento de la productividad y de la innovación a causa de sus economías externas. La infraestructura urbana amplifica las posibilidades de interacción en proporción creciente al número de mercados que conecta. Comprende tanto las redes de infraestructura física como el ambiente construido. La aglomeración, la reducción de tiempos y costos de transporte y el intercambio de ideas en las ciudades fomentan la creación de firmas y la innovación. El talento responsable por la innovación residirá en una ciudad y la localización de firmas globales crecerá como respuesta al tamaño del mercado, su alcance geográfico (*hinterland*), la oferta de bienes y servicios sofisticados, la diversidad cultural y la calidad de vida urbana.

A partir de cierto umbral de densidad sin gestionar del ambiente construido, los costos de congestión y de contaminación pueden ser superiores a los beneficios de la aglomeración. Para preservar y potenciar el bono de las economías externas urbanas, la optimización de la infraestructura existente (con logística, por ejemplo) y los flujos de servicios por inversiones en nueva infraestructura deben reducir más que proporcionalmente los costos de congestión y contaminación, y promover un nuevo urbanismo y una economía circular.

El MinTIC utiliza la definición funcional de Ciudad Inteligente para Colombia:

> ´Es una ciudad innovadora y conectada, cuyo foco es la mejora en la calidad de vida de las personas que la habitan y visitan; que implementa y usa las tecnologías de la información y las comunicaciones para brindar oportunidades a las personas, que busca dar respuesta a sus necesidades y establecer canales para el diálogo y colaboración permanente entre los diferentes actores que la conforman´.

La definición de Ciudad Inteligente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones de la ONU (ITU) hace explícito que en una ciudad inteligente se adoptan nuevas tecnologías, estrategias para garantizar la ciberseguridad y una movilidad sostenible.

Las intervenciones para implementar un modelo de Ciudad Inteligente son principalmente digitales, con mayor o menor profundidad en diferentes sectores (movilidad, logística, vivienda y educación, por ejemplo) y en bienes públicos (seguridad, ciberseguridad, reducción de la contaminación y de la congestión, y mejora de hábitat, por ejemplo).

Políticas públicas relacionadas con Ciudades Inteligentes

El PND 2018-20222 creó el programa ´Ciudades y Territorios Inteligentes´. Es una iniciativa del MinTIC que impulsa el desarrollo de ciudades y territorios inteligentes en todas las regiones de Colombia. Se sustenta en una estrategia de fortalecimiento de capacidades mediante el acompañamiento especializado, asesoría consultiva, y un modelo de Medición de Madurez de Ciudades y Territorios Inteligentes (Índice de Ciudades y Territorios Inteligentes). En la medición de este índice en 2022, las alcaldías de Medellín, Ibagué y Bucaramanga se encuentran en los primeros 3 puestos entre 38 ciudades evaluadas.

Las inversiones estratégicas nacionales del PND 2022-2026 (Plan Plurianual de Inversiones – PPI para la Paz) incluyen, en las **Líneas de Inversión Nacionales**:

- Línea 3. ´Conectividad y transformación digital como motor de oportunidades, riqueza e igualdad´.
- Línea 16. ´Hábitat y vivienda digna´.
- Línea 20. ¨Reindustrialización, transformación productiva sostenible, economía circular, internacionalización, inclusión financiera e impulso a la economía popular, comunitaria, y solidaria; desescalando el modelo extractivista´.

Los **Proyectos Estratégicos de Impacto Regional** del PPI para la Paz incluyen las siguientes tipologías de intervenciones cuya inclusión se debe evaluar para el diseño de un programa de inversiones en ciudades inteligentes (se excluyen intervenciones en salud, educación, y agua y saneamiento):

- Fortalecimiento de la conectividad digital regional. Enfocado en los departamentos de Amazonas, Vichada, Cauca, Chocó, La Guajira, Nariño, Putumayo, San Andrés y Providencia, Vaupés y Guainía.
- Transformación digital de la productividad. Enfocado en los departamentos de Magdalena, La Guajira, Cauca, Guaviare, Nariño, Chocó, Putumayo, Córdoba, Arauca, Bolívar, Cesar y Tolima.
- Fortalecimiento de la industria TIC al servicio de la transformación del país.
- Implementación de Proyectos de Hábitat Integral y Vivienda Diferencial, Para todos los departamentos y Bogotá D.C.
- Implementación del Programa de Mejoramiento de Entornos, Espacio Público y Equipamientos Comunitarios- Barrios de Paz. Para todos los departamentos y Bogotá D.C.
- Electrificación de los sistemas de transporte público. Para todos los departamentos y Bogotá D.C.

En 2023, el MinTIC está impulsando las siguientes iniciativas de aplicación en el contexto urbano:

- **Plan de Conectividad en fibra óptica**, que tiene tres metas: (i) llegar a un 85% de conectividad en fibra óptica en 2026; (ii) aumentar la disponibilidad de las redes troncales con redes alternas

de conectividad en municipios alejados con cobertura de los proyectos de Conectividad de Alta Velocidad y el Proyecto Nacional de Fibra Óptica; y (iii) conectar el Pacífico Colombiano, a los departamentos de Antioquia (Región de Urabá), Chocó, Valle del Cauca, Nariño, Guajira y Amazonas.

- **Fondo de Capital Potencia Digital**, con recursos de los bancos de desarrollo local asociados al Grupo Bicentenario. Los recursos del Fondo se invertirán en mejorar el perfil de riesgo de emprendimientos digitales seleccionados con criterios comúnmente usados para la financiación temprana de proyectos.

- **Centros de Apoyo Regional**, con 6 nodos de refuerzo al proyecto Centros Digitales, que contempla la instalación de 14.057 puntos de Internet gratuito para colegios y comunidades aledañas en zonas rurales del país, que deberán gestionarse conjuntamente entre MinTIC y MINEDUCACIÓN, y deben asegurar la participación de las empresas de telecomunicaciones y las universidades regionales.

Recursos públicos

El presupuesto agregado del PPI para la Paz es de $ 1,154,8 billones, en las siguientes proporciones: PGN: 50% (recursos del componente de inversión y transferencias para inversión de las diferentes carteras); SGP: 23% (transferencias del Gobierno central a las entidades territoriales para cubrir los gastos asociados a educación, salud, agua potable y saneamiento básico, y de propósito general); recursos propios territoriales: 13%; Empresas Industriales y Comerciales del Estado nacionales y territoriales: 9%; y SGR con el 4%. El potencial de inversión pública para implementar un modelo sostenible de Ciudad Inteligente se estimará en cada caso de acuerdo con un taller de priorización, con el modelo propuesto en la sección 1.2.

Los recursos propios de las ciudades son muy limitados en Colombia. El aumento del recaudo local es un reto sin resolver. La estructuración de un modelo de Ciudad Inteligentes debe llegar a una senda factible de aumento de los cobros por servicios y usos de infraestructura urbana con instrumentos innovadores, ligados al efecto demostración de los impactos y a una pedagogía insistente.

Brichetti et al (2021) estiman una cota inferior de las necesidades de inversión en infraestructura en ALC para cumplir con los ODS, integrando ejercicios proyecciones individuales por sector de infraestructura. Estos autores encuentran que en toda la región se invirtió un promedio del 1,80% del PIB entre 2018 y 2018 en infraestructura. Para cerrar la brecha de infraestructura, se requeriría pasar del 1,08% al 3,12% del PIB en inversión, que equivale a US$ 2.220.736 millones hasta el año 2030 en los sectores de agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones. El 59% de esta suma debería destinarse a inversión nueva, y el 41% restante a reposición de activos. La inversión anual promedio per cápita en la región es de US$ 282. En términos sectoriales, el 3,12% de inversión agregada se descompone en 0,50% para el sector de agua y saneamiento, 0,81% para el sector de electricidad para llegar a acceso universal y avanzar en descarbonización, 1,4% para el

sector de transporte (carreteras, aeropuertos y transporte público), y 0,4% para el sector de telecomunicaciones (aumento de conectividad de banda ancha e internet móvil con estándar 4G).

Partiendo de las cifras anteriores, Benavides (2022) realizó un ejercicio de orden de magnitud del esfuerzo de inversión directa en infraestructura de las ciudades de la región, para diversos tamaños de ciudades, de acuerdo con su PIB/cápita y sus tributos locales/cápita (altos o bajos).[5] El resultado del ejercicio se presenta en la Tabla 3.1. Esta estimación es de utilidad para definir el mercado objetivo de intervenciones y/o ciudades inteligentes específicas.

Tabla 3.1. Orden de magnitud de inversión directa anual de las administraciones locales en infraestructura para diversos tipos de ciudades en América Latina y el Caribe
Cifras en (US$ 2021)

Población	PIB/cápita	Tributos locales/cápita (T)	Inversión local en infraestructura/ cápita (I)	Inversión local en infraestructura	I/T
100 mil	5.000	228,00	63,00	6.300.000	27,6%
	2.222	67,56	28,00	2.800.000	41,4%
500 mil	6.000	273,60	75,60	37.800.000	27,6%
	2.667	81,07	33,60	16.800.000	41,4%
1 millón	7.600	346,56	65,36	65.360.000	18,9%
	3.378	102,68	29,05	29.048.889	28,3%
8 millones	9.000	410,40	77,40	619.200.000	18,9%
	4.000	121,60	34,40	275.200.000	28,3%

Fuente: Elaboración propia con base en Brischetti et al (2021) y OCDE et al (2021).

Se observa que:

[5] Por simplicidad, se asumió que (i) en todos los casos los servicios de energía y de telecomunicaciones no se realizan por las administraciones urbanas, sino por firmas independientes; (ii) las inversiones en agua y alcantarillado están siempre a cargo de las administraciones urbanas para ciudades con una población inferior a 1 millón de habitantes, y que están totalmente a cargo de firmas independientes de las administraciones para ciudades con población de 1 millón o más habitantes; (iii) las administraciones financian directamente el 25% de las necesidades de transporte; (iv) los recaudos fiscales locales altos y bajos son 4,56% y 3,04% del PIB, respectivamente (desviaciones de ± 20% alrededor del promedio de recaudos por impuestos a la propiedad en la región, que es 3.8% del PIB (OCDE et al, 2021); (v) las administraciones locales cofinancian inversiones adicionales del 10% de la inversión básica para aumentar la resiliencia de toda la infraestructura ante eventos extremos y reducir la congestión, más allá de las metas ODS; (vi) las administraciones locales financian la I+d+i y el apoyo a financiación temprana de innovación de los asuntos urbanos con un 0,1% y 0,2% de su PIB en ciudades con una población inferior a 1 millón y superiores a 1 millón de habitantes, respectivamente.

- Las ciudades medianas y pequeñas (de menos de 1 millón de habitantes en este ejercicio) están en desventaja frente a las ciudades más grandes cuando no existen las condiciones para la inversión privada en acueducto y alcantarillado, que deben invertir entre 9% y 13% aproximadamente más de sus recaudos locales que las ciudades grandes.
- En ciudades medianas y pequeñas, las inversiones urbanas podrían representar el 41,4% de los recaudos locales en el caso de bajo esfuerzo fiscal, y el 27,6% de los recaudos locales en el caso de alto esfuerzo fiscal, mientras que, en las ciudades más grandes, las inversiones urbanas serían el 28,3% para ciudades con bajo esfuerzo fiscal, y 18.9% para ciudades con alto esfuerzo fiscal.

- El bajo recaudo y el apretado presupuesto neto después de inversiones en acueducto y alcantarillado se convierten en una barrera de cofinanciación local para inversiones de Ciudad Inteligente intensivas en CAPEX.

3.2. Necesidades sectoriales y mercado objetivo

Necesidades genéricas para conformar Ciudades Inteligentes

Las necesidades de equipamiento urbano se están redefiniendo por varios canales convergentes, que comprenden el cumplimento de los compromisos nacionales de descarbonización (NDC), la reducción de costos en tecnologías energéticas y de transporte más limpias, la necesidad de adaptación el riesgo climático, los avances en economía circular y en conectividad digital inteligente, y el rediseño urbano.

Los tipos de inversiones para una ciudad con una estructura de tipo modular, es decir, compuesta por vecindarios que contienen las características esenciales de la ciudad como un todo, son distintas a las de las ciudades orientadas a corregir reactivamente externalidades negativas. Con un urbanismo modular, se requerirá una mayor proporción de redes capilares para transporte verde, conectividad digital de alta calidad y producción de energía limpia descentralizada, que reducirán viajes interurbanos largos, la huella de carbono por habitante, y fomentará la creación de negocios locales con productos diferenciados. La oferta modular de servicios y de espacio público de calidad, unida a tecnologías cada vez más limpias y circulares, regulación de las emisiones y el transporte, y una digitalización profunda, pueden lograr que las economías de aglomeración emerjan sin esperar a que el tamaño de las ciudades sea el motor exclusivo de la creación de economías externas. La relación entre tamaño de ciudad y crecimiento depende del contexto: se requiere una gran proporción de industrias que se puedan beneficiar de las economías de aglomeración, una infraestructura urbana bien desarrollada y una gobernanza eficaz.

Las Ciudades Inteligentes que se deben impulsar deben centrarse en el ciudadano, concentrándose en el cierre de brechas digitales, inversión en urbanismo modular y reducción de externalidades; digitalización de verticales de alto impacto en productividad; y en el apoyo a generación de nuevas industrias y conocimiento. En consecuencia, las ciudades deben prepararse para realizar intervenciones quirúrgicas que incluyen: (i) coordinar las inversiones de empresas reguladas de

energía y telecomunicaciones de acuerdo con una visión renovada del urbanismo; (ii) establecer regulaciones consistentes de densidad y ocupación del uso del suelo, y dotación de redes de infraestructura para urbanismo modular; (iii) regular la reducción de la contaminación y reverdecimiento del ambiente construido; (iv) definir las inversiones en adaptación de la infraestructura y el ambiente construido al cambio climático; y (v) profundizar la digitalización y la innovación digital.

Mercado objetivo

Se proponen tres ciudades: Bogotá, Cali y Bucaramanga, dadas las prioridades anunciadas de las nuevas administraciones y la concurrencia de capacidades públicas y necesidades.

3.3. Estudios de caso y experiencias internacionales

No existe una descripción sistemática de los modelos de Ciudad Inteligente en Colombia. Existen ejemplos de prácticas parciales con impacto que se han hecho visibles en buena medida gracias al proceso de aplicación de Índice de Ciudades y Territorios Inteligentes de MinTic. A continuación, se presentan estos ejemplos parciales.

Las alcaldías de Bogotá, Medellín, Cali, Rionegro, Sogamoso y Duitama hacen parte de una Alianza Global de Ciudades Inteligentes, que incluye a la movilidad sostenible, la conectividad y ciberseguridad como ejes centrales de intervención. Medellín ha implementado la conectividad gratuita en el Metro de Medellín, y ya se aplica en varios de los aeropuertos del país. Daviplata tiene una alianza con el Metro de Medellín, a través de la app Cívica, que facilita la movilidad de los ciudadanos y sus transacciones monetarias. Pereira promueve el aumento de la demanda de energía eléctrica en el sector transporte, con la instalación de un corredor de estaciones de carga en el Eje Cafetero que reducen costos de movilidad y emisiones de GEI y material particulado.

A continuación, se presentan cuatro estudios de caso internacionales:

Caso 1: Proyecto AIR Louisville: Mediciones de polución

La ciudad de Louisville, Kentucky, desarrolló el programa AIR Louisville, una asociación público-privada que utiliza análisis de datos para informar al público sobre los desencadenantes que agravan el asma. La tecnología detrás del proyecto es un sensor que se adhiere a un inhalador para el asma. La empresa Propeller Health fabrica los sensores, que recopilan datos sobre el entorno cada vez que una persona utiliza el inhalador. El usuario puede identificar mejor los desencadenantes respiratorios personales, como la hora del día, la ubicación, la temperatura, el conteo de polen y la contaminación. Estos datos se comunican a los proveedores de atención médica, lo que les permite adaptar un plan personalizado para el manejo del asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica de los participantes. Por su parte, la empresa proporciona los datos recolectados a la ciudad, con el objetivo de crear un mapa de riesgo para cada vecindario. Este mapa se utiliza como

herramienta para creación de políticas destinadas a mejorar la calidad del aire en los puntos críticos, las cuales son desde aumentar la cobertura de árboles e identificar rutas alternativas para camiones para reducir las emisiones de diésel, hasta consideraciones de cambios en la zonificación en toda la ciudad para reducir los impactos en la salud de las autopistas y las emisiones industriales.

Caso 2. Reciclaje de activos públicos: Nueva York

El Departamento de Tecnología de la Información y Telecomunicaciones de la Ciudad de Nueva York estableció una APP para reemplazar los teléfonos públicos obsoletos, sin perjuicio de los ingresos recibidos por las vallas publicitarias. La ciudad otorgó el contrato al Consorcio CityBridge para reemplazar los obsoletos teléfonos públicos con quioscos inteligentes, llamados "Links", que ofrecen Wi-Fi gratuito, mapas, actualizaciones de transporte, videollamadas, carga de dispositivos y más. CityBridge paga y opera todo el sistema LinkNYC sin costo alguno para la ciudad y ofrece los servicios de forma gratuita a los usuarios, financiados con el apoyo de los ingresos publicitarios.

Si bien no todas las ciudades tienen miles de teléfonos públicos para convertir, este ejemplo sugiere la idea de que las ciudades pueden asociarse con empresas privadas para convertir o mejorar activos públicos físicos, de maneras que aumenten su valor.

Caso 3. Intercambio de Puntos Digitales por Uso de datos para los privados: Kansas City

En la Ciudad de Kansas se estableció una asociación con Cisco y Sprint para un proyecto de Wifi público gratuito y quioscos interactivos en donde los ciudadanos puedan acceder a la web a través de sus dispositivos, obtener información sobre los servicios de la ciudad, eventos actuales, transporte, información sobre negocios locales, historia local y entretenimiento. Además, los quioscos funcionan como un sistema de alerta de emergencia, mejorando la seguridad pública. La ciudad invirtió cerca del 23% del presupuesto necesario para el proyecto, el cual esperaba recuperar mediante los ingresos publicitarios, y el consorcio financió el restante, con el beneficio de tener acceso exclusivo a los datos de uso de los quiscos. Los datos se han utilizado, por ejemplo, para evaluar la viabilidad de expandir su cobertura de Wi-Fi a otras áreas de la ciudad. Así mismo, la ciudad también piensa utilizar big data en beneficio de los contribuyentes, para hacer sus operaciones más eficientes.

Caso 4. Viajes compartidos en el primer y último tramo

En Estados Unidos, los estudios demuestran que el uso del transporte público disminuye considerablemente cuando las personas deben caminar más de media milla hasta la parada más cercana. Para abordar este problema, las ciudades han probado diferentes soluciones, como sistemas de uso compartido de bicicletas y autos, así como la expansión de las rutas de autobús, con el objetivo de reducir el tiempo que los pasajeros deben caminar hacia y desde las paradas de transporte público. Además, los servicios de viajes compartidos están brindando nuevas formas de resolver este desafío del primer y último tramo.

Una de las soluciones más prácticas y prometedoras es cubrir parte del costo que los pasajeros de transporte público pagan por los servicios de viaje compartido que los llevan en viajes cortos hacia o desde las paradas de transporte público. El objetivo es fomentar que más personas utilicen el transporte público en lugar de vehículos motorizados personales para la mayoría de sus viajes.

El modelo de un programa de la coalición diseñado para los residentes de los barrios con acceso limitado al transporte público en San Francisco sugiere que el programa podría ser autosuficiente si se proporcionan subsidios limitados a los hogares de bajos ingresos para viajes compartidos. Aumentar la cantidad de subsidios y extender el programa a más hogares requeriría una inversión adicional por parte de la agencia de transporte. Si este programa incentivara a las personas a utilizar el transporte público en lugar de sus vehículos personales al ayudarles a llegar a las estaciones de transporte público mediante viajes compartidos, los beneficios ambientales para cada ciudad podrían ser sustanciales.

3.4. Oportunidades y riesgos estratégicos para la FDN

Oportunidades

Se propone priorizar las siguientes oportunidades por la FDN

O1. Conectividad y fibra óptica. Sólo hay 9 millones de acceso a internet fijo (17 por cada 100 habitantes) y sólo 2,9 millones de accesos a fibra óptica (5,6 por cada 100 habitantes. “Sin una buena conexión a internet las ciudades inteligentes no serían posibles. Con una infraestructura de fibra óptica sólida, un país puede fomentar la innovación en áreas como la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, el internet de las cosas y otras tecnologías emergentes” (C&W Networks 2023).

O3. Gestión de residuos sólidos. Según Fedesarrollo (2022), la tasa de aprovechamiento y la tasa de reciclaje fueron de 49,4% y 11,8% para el 2019. Esto equivale a 13,1 millones de toneladas aprovechadas, de las cuales 3,1 millones correspondieron a material recuperado a través del proceso de reciclaje. Las siguientes actividades tienen grandes necesidades de inversión en el modelo de Ciudad Inteligente: disposición final en rellenos sanitarios; y aprovechamiento de materiales. En el Entregable 2 se discuten las características del modelo de negocio, que puede incluir la conversión de basura en energía (*waste-to-energy*), cuando el volumen de residuos ricos en energía facilite la factibilidad del proyecto.

O6. Plataforma interoperable de gestión de capas para seguridad. La coordinación de aplicaciones de diferente naturaleza y su uso eficaz requiere su integración interoperable, y el uso de computación en la nube, internet de las cosas, uso de banda ancha y e inteligencia artificial.

Riesgos estratégicos

Los riesgos estratégicos que deben examinarse son:

- **Propósito**. Las oportunidades deben hacer parte de una visión de largo plazo, provenir de una necesidad social clara y de un proceso de validación.
- **Valor**. Las oportunidades deben tener un análisis económico y un análisis de valor por dinero favorables (cuando aplique), y fuentes de pago identificadas y confiables.
- **Preparación**. Las oportunidades deben estructurarse por equipos técnicos y financieros idóneos, con capacidad de proponer mecanismos de fondeo innovadores y de gestión de riesgo.
- **Entrega**. Las oportunidades deben ser sostenibles ante cambio de condiciones.

Al aplicar este modelo al desarrollo de Ciudades Inteligentes, se encuentran dos asuntos por tipo de riesgo estratégico, que se presentan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Riesgos estratégicos de proyectos en Ciudades Inteligentes

1. Riesgo de Propósito	2. Riesgo de Valor	3. Riesgo de Preparación	3. Riesgo de Entrega
-La oportunidad no es prioritaria -Escasa relación con actores relevantes	-ABC y VFM inadecuados -Dificultades en monetizar los servicios	-Pobre estructuración técnica y financiera -Falta de liderazgo del *offtaker*	-Ausencia de capacidades del ejecutor -Inflexibilidad normativa

Fuente: elaboración propia, adaptada de NAO (1019).

Referencias

Afshari, Ladan. (2018). *Examination of Public-Private partnership in Energy Efficiency Project by Municipality of Milan.* Milán: EAPPP European Association of Public-Private Partnership.

American Institutes for Research. (2010). Two Case Studies in Public-Private Partnerships in Education in Rajasthan, India. U.S. Agency for International Development .

BID. (2019). Casos de estudio en asociaciones público-privadas en América Latina y el Caribe: Escuelas en Belo Horizonte (Brazil). Banco Interamericano de Desarrollo. Retrieved from https://publications.iadb.org/es/casos-de-estudio-en-asociaciones-publico-privadas-en-america-latina-y-el-caribe-escuelas-en-belo

EY. (2020). Public-private partnerships in higher education: What is right for your institution? Ernst & Young LLP.

NetAcad. (n.d.). CISCO Networking Academy. Retrieved from https://www.netacad.com/educators.

UC Merced. (n.d.). Merced 2020. Retrieved from Project Funding: https://merced2020.ucmerced.edu/financestructure.

Balkan Green Energy. (3 de Julio de 2017). *Modernization of street lighting system in Novigrad via ESCO model*. Obtenido de https://balkangreenenergynews.com/modernization-of-street-lighting-system-in-novigrad-via-esco-model/

Berrone, P., Carrasco-Farré, C., Plana, A., Ricart, J. E., & Trupia, G. (2022). Innovating Through PPPs: The Case of Economic Development in Barcelona. IESE Business School University of Navarra.

BID. (2020). *Casos de estudio en asociaciones público-privadas en América Latina y el Caribe: Generación de electricidad con fuentes eólicas en Uruguay.* Obtenido de https://publications.iadb.org/es/casos-de-estudio-en-asociaciones-publico-privadas-en-america-latina-y-el-caribe-generacion-de

Diaz-Díaz, R., & Perez-Gonzalez, D. (2016). Implementation of Social Media Concepts for e-Government: Case Study of a Social Media Tool for Value Co-Creation and Citizen Participation. Journal of Organizational and End User Computing.

Dovey-Fishman, T., & Flynn, M. (2018). Using public - private partnerships to advance smart cities. Deloitte Center for Government Insights.

Enel X. (22 de noviembre de 2022). *Autobuses eléctricos, la revolución verde en las calles de Santiago*. Obtenido de https://corporate.enelx.com/es/stories/2019/08/growing-fleet-electric-buses-chile

https://www.grupocibernos.com/blog/descubre-los-ejemplos-de-smart-cities-ms-destacadas#:~:text=Una%20ciudad%20es%20inteligente%20cuando,integrado%20de%20las%20nuevas%20tecnolog%C3%ADas.

https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026

https://www.semana.com/nacion/articulo/cuales-son-las-ciudades-inteligentes-de-colombia/202200/

https://www.semana.com/economia/articulo/ciudades-inteligentes-en-colombia-de-que-tratan-y-como-garantizan-la-calidad-de-vida/202332/

https://www.bosch.com.co/noticias-e-historias/aiot/smart-cities/#:~:text=Una%20smart%20city%20es%20una,y%20dinamice%20la%20econom%C3%ADa%20local.

https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Iniciativas/Ciudades-y-Territorios-Inteligentes/

McKinsey & Company. (2017). Connected Urban Growth: Public-Private Collaborations for Transforming Urban Mobility. Siemens and World Resources Institute.

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



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