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 2: MODELOS DE NEGOCIO

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 2: Modelos de negocio

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. Modelos de negocio en educación

1.1. Estructura de negocio para educación básica
1.2. Estructura de negocio para educación superior

2. Modelos de negocio para eficiencia energética, energías renovables y transporte masivo urbano

2.1. Estructura de negocio para eficiencia energética en industria y edificios comerciales
2.2. Estructura de negocio para eficiencia energética en edificios públicos
2.3. Estructura de negocio para generación distribuida a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER): Modelo 1 (M1)
2.4. Estructura de negocio para generación distribuida a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER): Modelo 2 (M2)
2.5. Estructura de negocio para electrificación del transporte masivo en ciudades colombianas

3. Modelos de negocio en Ciudades Inteligentes: fibra óptica, reciclaje y tratamiento de residuos, y plataforma de seguridad urbana

3.1. Estructura de negocio para fibra óptica
3.2. Estructura de negocio para reciclaje y procesamiento de residuos
3.3. Estructura de negocio para plataforma de seguridad urbana

Referencias

Resumen

Se presentan modelos de negocio que usan *project finance* en sectores seleccionados por criterios generales que incluyen la existencia de una gobernanza y la posibilidad de que se puede ejercer liderazgo que saque adelante los proyectos en caso de dificultades, alineación con las políticas públicas, capacidades institucionales, necesidades sociales apremiantes y posibilidad de articular fuentes de pago.

En el sector de educación, se dispone de una trayectoria de planificación y de asignaciones presupuestales ordenadas que permite estimar el monto que se podría movilizar mediante pf/APP. En el sector de energía y ciudades inteligentes, existen aspiraciones y potenciales que todavía no se han alineado suficientemente dentro las diferentes entidades involucradas.

1. Modelos de negocio en educación

1.1. Estructura de negocio para educación básica

El modelo básico de negocio está conformado por una APP gestionada a través de una Entidad de Propósito Especial (SPV). La SPV tiene la concesión exclusiva para la construcción, financiación y operación de los colegios por 25 años, con reversión (BOT).

Tabla 1.1. Servicios de SPV para colegios en APP

Dimensión del servicio educativo	Servicio	Procesos asociados
Bloque 1: Gestión pedagógica	1.1. Contrataciones docentes.	Selección, evaluación, pago de nómina.
	1.2 Contratación directivos docentes.	Selección, evaluación, pago de nómina
	1.3 Formación y acompañamiento docente.	Inducción y formación continua.
	1.4 Guías, biblioteca, software y textos.	Definición curricular, malla curricular, selección de textos, contratación de software de apoyo al aprendizaje, seguimiento al aprendizaje, y dotación y administración de biblioteca.
Bloque 2: Infraestructura	2.1 Construcción de infraestructura.	Contratación de obra, supervisión a la ejecución, financiación de la obra.
	2.2 Mantenimiento de infraestructura.	Inversiones por depreciación.
	2.3 Dotación de mobiliario.	Compra y manteamiento de mobiliario de aula, laboratorios, cocina, y espacios y dotación deportiva y artística.
	2.4 Hardware administrativo y pedagógico.	Compra y mantenimiento de computadores y laboratorios de sistemas.
Bloque 3: Apoyo administrativo y de bienestar al estudiante	3.1 Apoyo administrativo.	Contratación de apoyo contable y asistencia administrativa.
	3.2 Psico-orientadores.	Contratación de psico-orientadores, para convivencia, orientación vocacional, rutas de atención salud física y mental, y prevención de consumo de drogas.
	3.3 Vigilancia.	Contratación de servicios de vigilancia y dotación.
	3.4 Aseo.	Contratación de servicios de aseo y dotación
	3.5 Conectividad (internet as a service).	Contratación conectividad, con opción de contratar mesa de servicios.
	3.6 Alimentación Escolar.	Compra de insumos, menaje y personal y supervisión del servicio.
	3.7 Transporte Escolar.	Contratación de servicio de transporte.

Fuente; elaboración Fedesarrollo.

La Tabla 1.1 indica los servicios que debe desarrollar la SPV, separados en tres bloques: (i) gestión pedagógica; (ii) construcción, mantenimiento y dotación de la infraestructura física y tecnológica; (iii) gestión de los servicios de apoyo administrativo y de bienestar al estudiante.

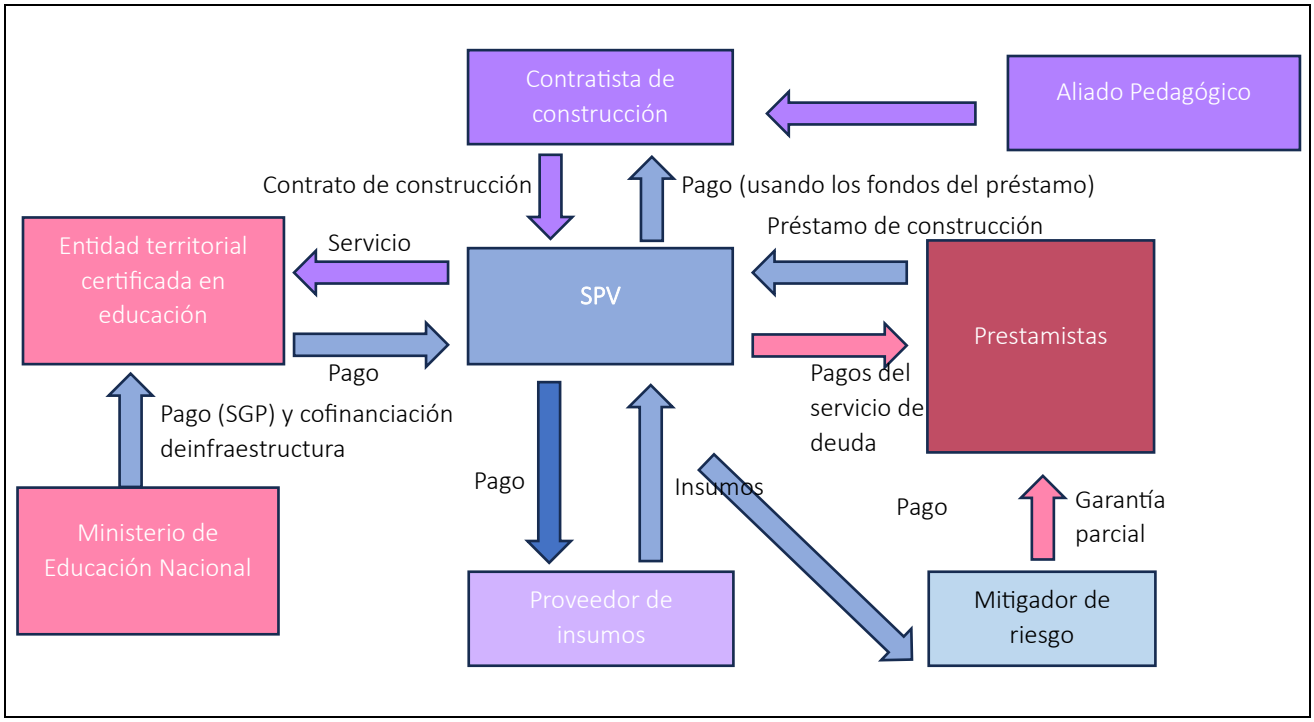
La literatura recomienda fomentar la innovación por parte de los proveedores: la mayoría de los países de alto rendimiento permiten a sus escuelas una autonomía sustancial sobre la gestión de recursos, personal y contenido educativo. Una segunda característica es hacer responsables a los proveedores: si a las escuelas se les da autonomía sobre la toma de decisiones, se les debe hacer responsables de los resultados que producen. Una tercera característica es empoderar a los padres de familia y estudiantes con información y participación en instancias de decisión. Finalmente, se recomienda promover la diversidad de la oferta y valorar que haya oferta en el sector privado con exceso de capacidad (Hanushek y Woessman, 2012; Uribe et al, 2006; Villa, L. and Duarte, J., 2002. López Sánchez et al. 2015; Angrist et al., 2004; Angrist et al 2002, Morgan et al, 2012; Patrinos, 2023).

La integración de la cadena de gestión en la APP trae consigo beneficios como la eficiencia operativa y optimización de recursos, el mantenimiento de normas y calidad, la simplificación de la gestión, reducción de costos gracias a las economías de escala y una mejora en el servicio. El consorcio de la SPV debe acreditar capacidades técnicas y financieras, y experiencias internacionales o nacionales en la construcción de infraestructura educativa. Una de las partes consorciadas debe probar resultados superiores en pruebas estandarizadas en la administración de colegios.

La remuneración proviene de dos fuentes: (i) pago de la canasta educativa por la prestación del servicio, (ii) pago de infraestructura educativa. Las fuentes presupuestales son recursos propios de las entidades territoriales certificadas en educación, los recursos de transferencias del SGP y la cofinanciación de infraestructura del Ministerio de Educación. La entidad contratante puede ser el MEN (si solo se opta por el bloque 2 de servicios) o la Entidad Territorial (si se incluyen también los bloques 1 y 3 de servicios.

La FDN puede desempeñar un papel como estructurador, prestamista y como entidad que otorga garantías parciales de crédito. La Gráfica 1.1 resume el modelo propuesto.

Gráfica 1.1. Modelo de operación propuesto para colegios en APP



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

1.2. Estructura de negocio para educación superior

El modelo está conformado por una APP gestionada a través de una Entidad de Propósito Especial. La SPV tiene la concesión exclusiva para la construcción, financiación y operación de las sedes universitarias por 25 años, con reversión (BOT). La Tabla 1.2 indica los servicios que puede incluir la estructuración, separados en dos bloques: (i) construcción, mantenimiento y dotación de la infraestructura física y tecnológica; y (ii) gestión de los servicios de apoyo administrativo y de bienestar al estudiante.

Tabla 1.2. Servicios del SPV para sedes universitarias en APP

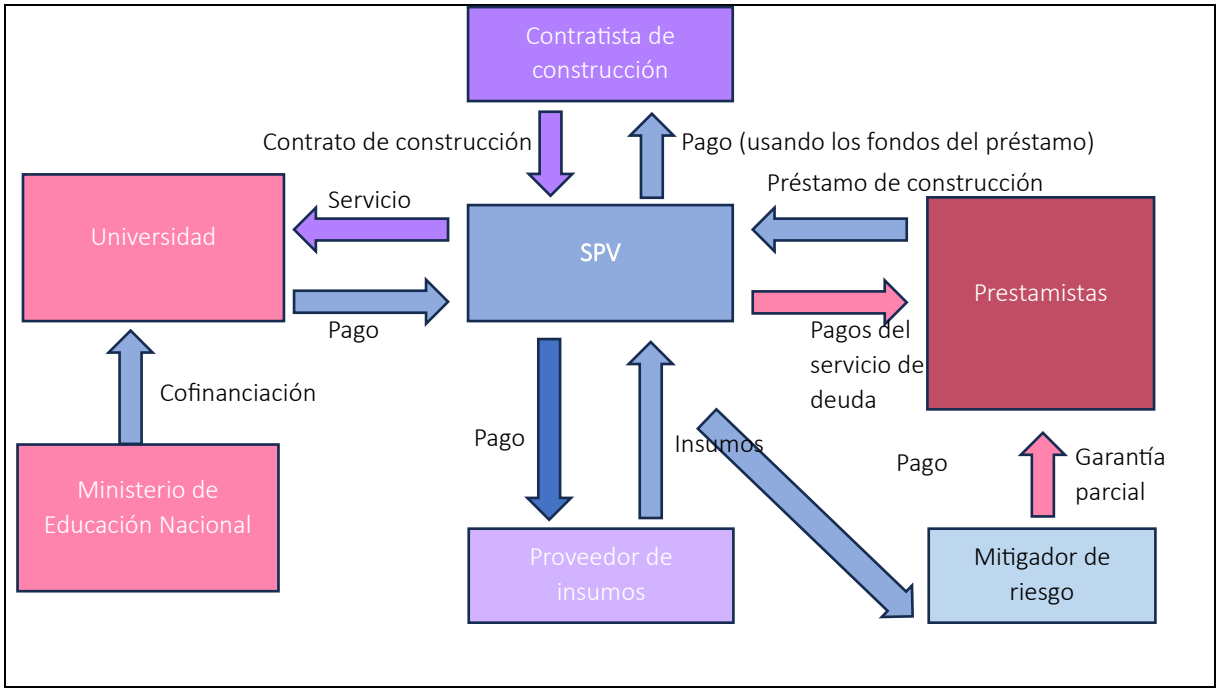
Dimensión del servicio educativo	Servicio	Procesos asociados	Sede en campus existente	Sede fuera del campus
Bloque 1: Infraestructura	1.1 Construcción de infraestructura.	Contratación de obra, supervisión a la ejecución, financiación de la obra.	X	X
	1.2 Mantenimiento de infraestructura.	Inversiones por depreciación.	X	X
	1.3 Dotación de mobiliario.	Compra y manteamiento de mobiliario de aula, laboratorios, cocina, y espacios y dotación deportiva y artística.	X	X
	1.4 Hardware administrativo y pedagógico.	Compra y mantenimiento de computadores y laboratorios de sistemas.	X	X
Bloque 2: Apoyo a la operación	2.1 Apoyo administrativo.	Contratación de apoyo contable y asistencia administrativa.		X
	2.2 Vigilancia.	Contratación de servicios de vigilancia y dotación.		X
	2.3 Aseo.	Contratación de servicios de aseo y dotación.		X
	2.4 Conectividad (internet as a service).	Contratación de conectividad, con opción de contratar mesa de servicios.	X	X
	2.5 Alimentación.	Compra de insumos, menaje y personal y supervisión del servicio.		X
	2.6 Apoyo psicosocial y bienestar a estudiantes.	Asesoría psicológica, orientación profesional, orientación académica, seguimiento a riesgo de deserción, manejo de apoyos económicos.		X

Fuente: elaboración Fedesarrollo.

El consorcio de la SPV debe acreditar capacidades técnicas y financieras, y experiencias internacionales o nacionales en la construcción de infraestructura educativa. La remuneración proviene de dos fuentes: (i) cofinanciación de la IES con recursos propios o recursos del sistema general de regalías, (ii) pago de vigencias futuras de APP del MEN para infraestructura educativa en el marco del Plan Nacional de Espacios Educativos.

La FDN puede desempeñar el papel de estructurador, prestamista y como entidad que otorga garantías parciales de crédito. La Gráfica 1.2 resume el modelo propuesto. Se recomienda ofrecer como alternativa a las universidades la ejecución por construcción de obra.

Gráfica 1.2. Modelo de operación propuesto para universidades en APP



2. Modelos de negocio para eficiencia energética, energías renovables y transporte masivo urbano

2.1. Estructura de negocio para eficiencia energética en industria y edificios comerciales

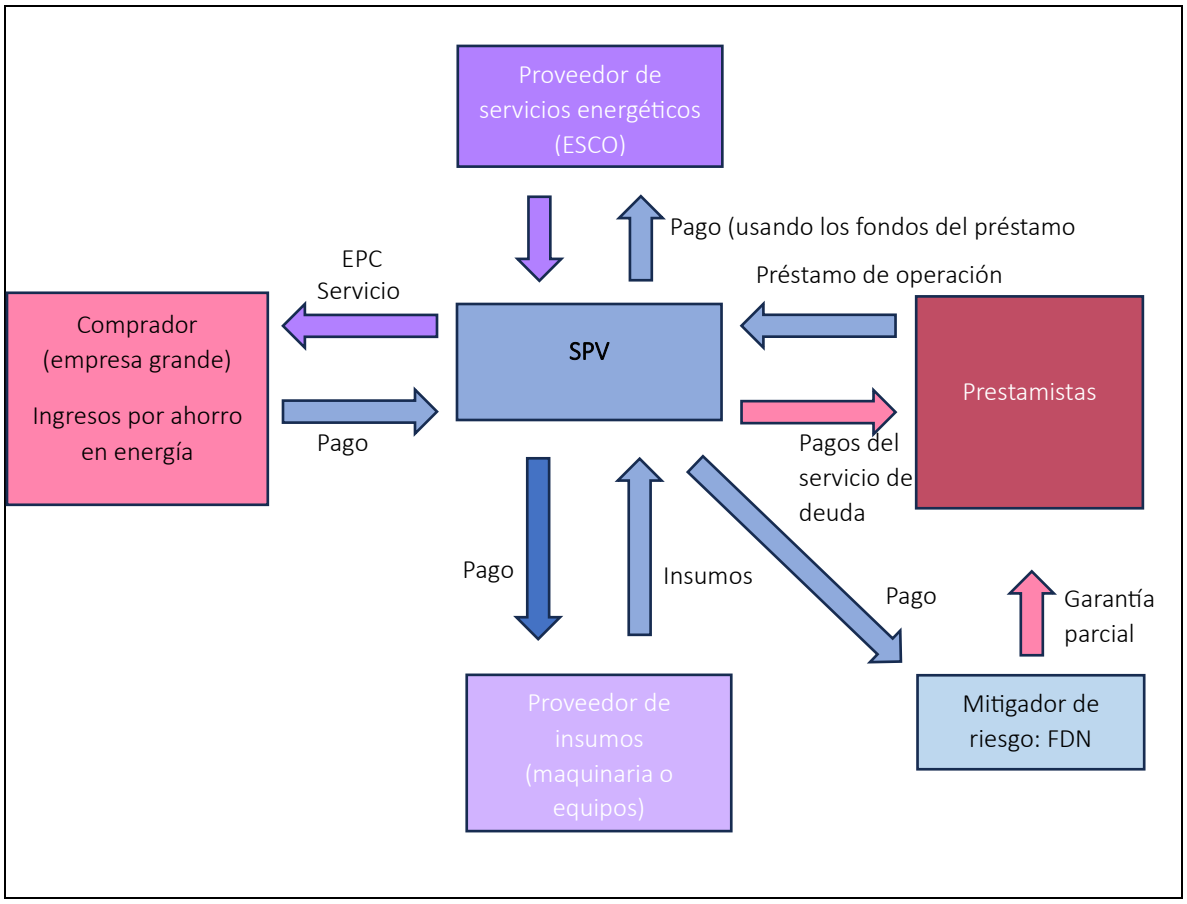
Se propone un modelo de *project finance* con reversión donde se establece una Entidad de Propósito Especial (SPV, por sus siglas en inglés) para cada empresa, de modo que los riesgos queden encapsulados. El *sponsor* es una ESCO (Energy Service Company, por sus siglas en inglés) de inversión, que firma un contrato de desempeño energético con el comprador (la empresa grande). Un contrato de desempeño energético (Energy Performance Contract, por sus siglas en inglés) es un método para financiar y entregar mejoras de eficiencia energética y proyectos renovables para empresas que carecen de los fondos, la experiencia técnica y la mano de obra necesarios para dichos proyectos. Como la responsabilidad de cubrir el costo de la inversión inicial recae en la ESCO mediante la ejecución de programas de generación instalada o de eficiencia, los EPC se consideran de riesgo bajo.

Los ingresos por el ahorro en energía se utilizan para reembolsar los costos del proyecto, incluidos los costos de la inversión. Si el proyecto requiere insumos tecnológicos o de maquinaria (por ejemplo, para electrificación de procesos industriales), esa compra de hace a través del SPV. El SPV se financia con *equity* del *sponsor* y con deuda de la banca comercial como préstamos operativos. La FDN puede facilitar esta financiación con instrumentos de mitigación de riesgo como garantías parciales de crédito. Otra alternativa es la creación de un fondo especializado en proyectos de eficiencia energética que financie a los distintos SPVs. Este modelo requiere desarrollar un contrato con cada empresa / gran consumidor de energía para estructurar, financiar y evaluar los proyectos de eficiencia energética en procesos o edificaciones. No obstante, el modelo es replicable con cada uno de los grandes consumidores o grupos económicos.

La estructuración de un modelo replicable permite generar ahorros y eficiencias en el proceso de diseño y negociación de contratos y posterior financiación. Igualmente, la estandarización de estos contratos puede facilitar la participación de otros financiadores, en la medida que se familiarizan con la estructura.[1] La FDN puede desempeñarse como estructurador y como entidad que otorga garantías parciales de crédito. La FDN juega un papel importante como mitigador de riesgo, reduciendo los costos de financiación e incrementado las posibilidades de éxito del proyecto**.** La Gráfica 2.1 resume el modelo propuesto.

[1] Recientemente en el país se estructuró un proyecto con una arquitectura similar entre GreenYellow y el Grupo Éxito en el que Banco Santander otorgó un crédito verde a 30 meses por COP 144 mil millones a un Patrimonio Autónomo, del cual el fideicomitente único es GreenYellow. Con estos recursos se llevarán a cabo 59 proyectos *greenfield* y *brownfield* del portafolio Retrofit de Grupo Éxito, que abarcan desde la modernización de varios de sus centros de distribución hasta iniciativas y equipamientos de eficiencia energética en diversas instalaciones de sus tiendas.

Gráfica 2.1. Estructura *de project finance* para eficiencia energética en industria y edificios comerciales



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

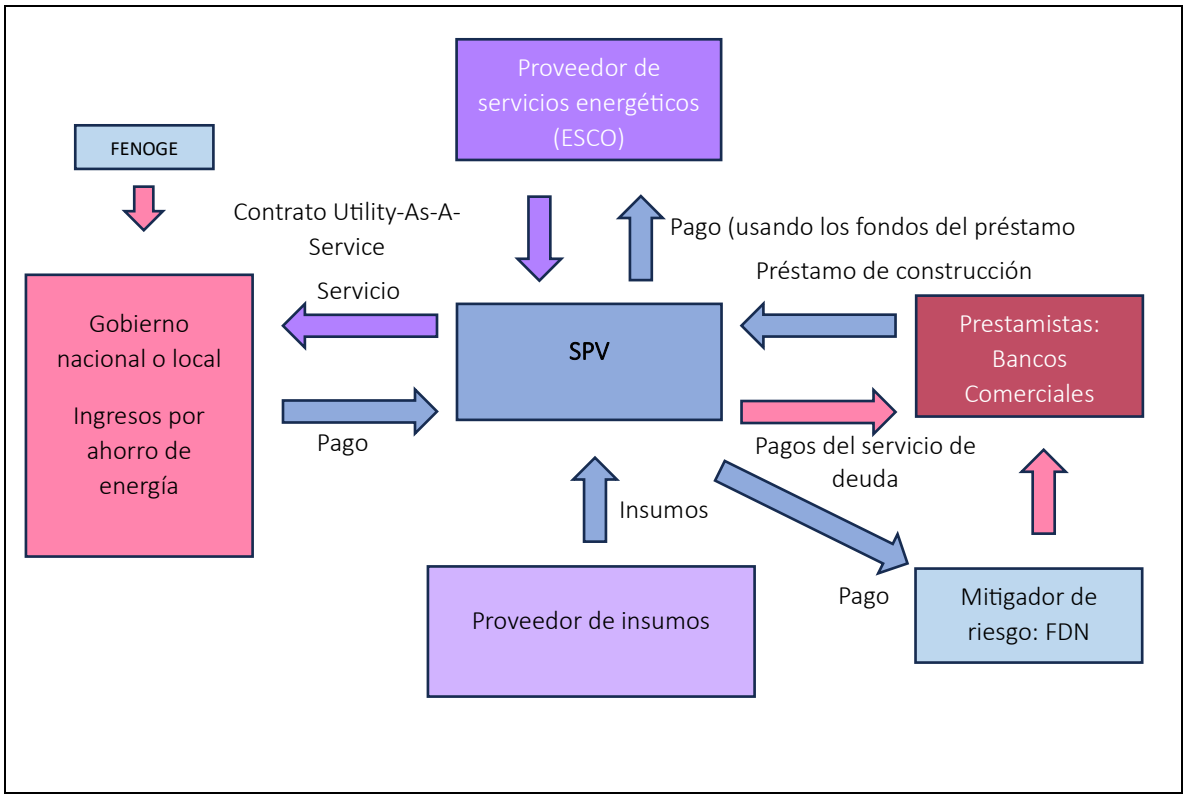
2.2. Estructura de negocio para eficiencia energética en edificios públicos

Se propone un modelo de *project finance* donde se establece una SPV para cada municipio o entidad de gobierno, de modo que los riesgos queden encapsulados, ya que los ahorros energéticos dependen en parte del esfuerzo que realice cada uno. El sponsor es una ESCO (Energy Service Company, por sus siglas en inglés), que como proveedora de servicios energéticos firma un contrato de desempeño energético con el comprador (gobierno nacional o local). La fuente de ingresos son los ahorros energéticos generados durante el tiempo establecido en el EPC, que el PND 2022-2026 establece que pueden ser utilizados para pagar las inversiones realizadas en eficiencia energética. Si el proyecto requiere insumos tecnológicos o de maquinaria (por ejemplo, para electrificación de procesos industriales), esa compra de hace a través del SPV. El SPV se financia con *equity* del *sponsor* y con deuda de la banca comercial como préstamos operativos.

Con el uso de un modelo replicable se generan ahorros y eficiencias en el proceso de diseño y negociación de contratos y posterior financiación (economías de alcance y de escala, y aceleración de la curva de aprendizaje). La estandarización de estos contratos puede facilitar la participación de otros financiadores, en la medida que se familiarizan con la estructura. La FDN puede desempeñarse

como estructurador y como entidad que otorga garantías parciales de crédito, que reduce los costos de financiación e incrementado las posibilidades de éxito del proyecto. La Gráfica 2.2 resume el modelo propuesto.

Gráfica 2.2. Estructura de *project finance* para eficiencia energética en edificios públicos



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

2.3. Estructura de negocio para generación distribuida a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER): Modelo 1 (M1)

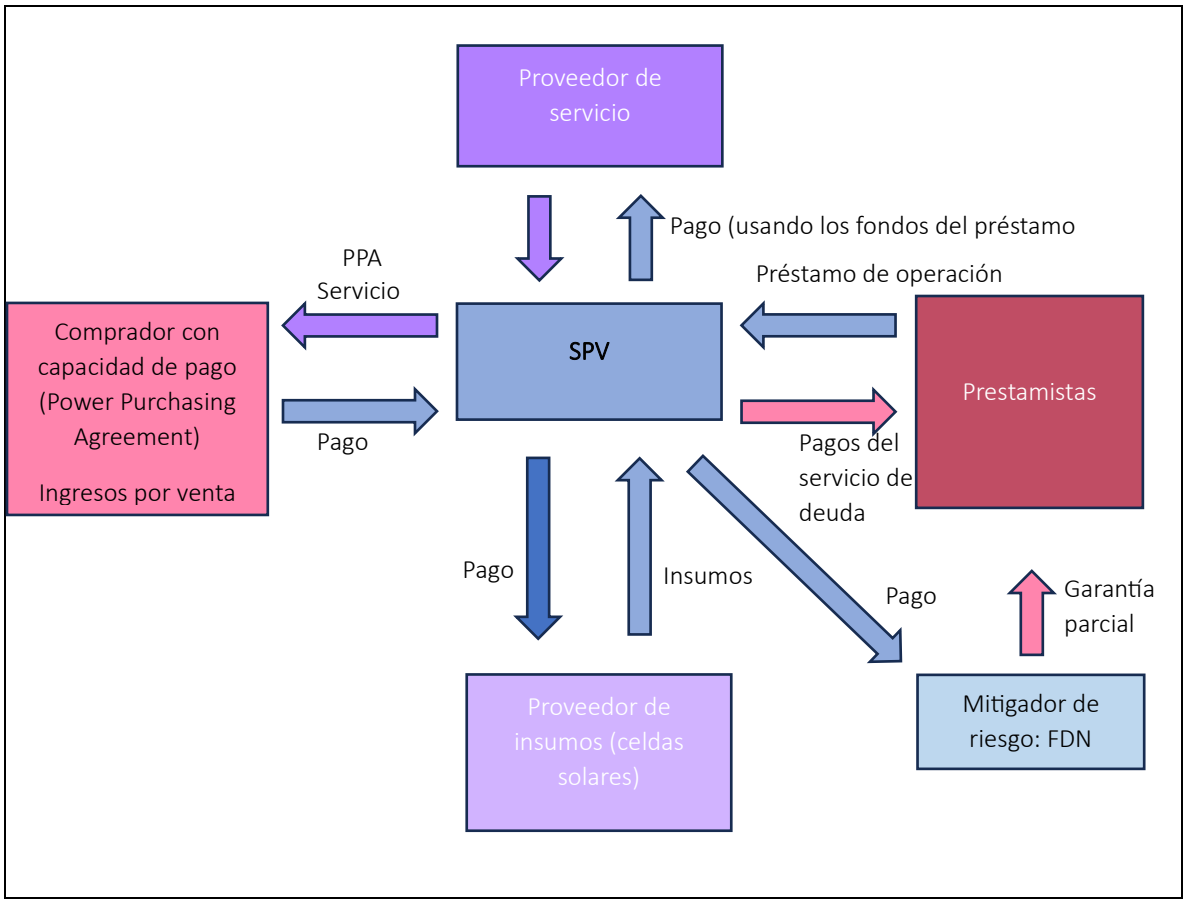
El modelo M1 es de *project finance* donde se establece una SPV para cada comprador con capacidad de pago, de modo que los riesgos queden encapsulados. El *sponsor* es un financiador de proyectos de generación solar PV de pequeña escala (menor a 20 MW) que firma un Power Purchasing Agreement (PPA, por sus siglas en inglés) con un comprador público o privado.

EL PPA es un acuerdo en el que un desarrollador externo instala, posee y opera un sistema de energía en la propiedad de un cliente. Luego, el cliente compra la producción eléctrica del sistema por un período predeterminado. Un PPA permite al cliente recibir electricidad estable y, a menudo, de bajo costo, sin costo inicial, al mismo tiempo que permite al propietario del sistema aprovechar créditos fiscales y recibir ingresos por la venta de electricidad. Se requiere un análisis crediticio y de parámetros mínimos del *off-taker* para reducir el riesgo de no pago. La fuente de ingresos es el pago de la energía de acuerdo con lo establecido en el PPA. A través del SPV se realiza la compra de

equipos de acuerdo con las necesidades del comprador y las características del sitio donde se establecerá el proyecto.

El SPV se financia con *equity* del sponsor y con deuda de la banca comercial como préstamos operativos que serán repagados con los ingresos del proyecto. Al igual que con los proyectos de eficiencia energética para industria y edificaciones, además de su rol como mitigador de riesgo, la FDN puede actuar como estructurador para establecer un modelo replicable que genere ahorros y eficiencias en el proceso de diseño y negociación de contratos y posterior financiación. Igualmente, la estandarización de estos contratos puede facilitar la participación de otros financiadores. La Gráfica 2.3 resume el modelo propuesto.

Gráfica 2.3. M1: Estructura de *project finance* para generación distribuida a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER)



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

2.4. Estructura de negocio para generación distribuida a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER): Modelo 2 (M2)

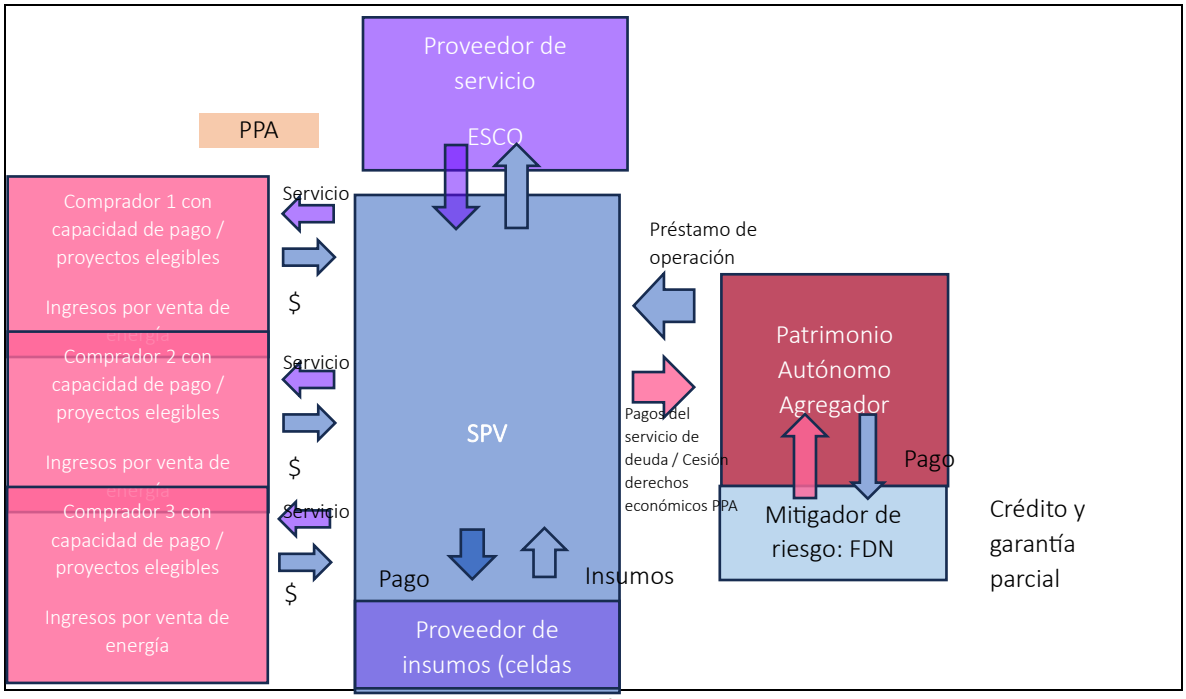
Se propone un segundo modelo (M2) de agregación de *off-takers* en un mismo SPV. Esto permite agregar proyectos en portafolios, lo que reduce los costos financieros y de transacción, facilitando el escalamiento de proyectos de generación a partir de energías renovables no convencionales.

El SPV se financia a través de un Patrimonio Autónomo Agregador que desembolsa recursos en la medida en que los proyectos del portafolio avanzan en factibilidad. Diferentes jugadores pueden aportar a este Patrimonio Autónomo Agregador. La FDN juega un papel central al estructurar este mecanismo y hacer un primer aporte que atraiga a otros inversionistas y facilite la entrada de nuevos sponsors en este mercado.

El *sponsor* es una ESCO con capacidad de estructuración y ejecución de un portafolio de proyectos *ready-to-build* (que cuenten con permiso y contrato de conexión a la red, predio asegurado, permisos ambientales, permisos para construcción, etc.) o en operación en el territorio nacional. El *sponsor*, junto con el Patrimonio Autónomo, son responsables de seleccionar los proyectos y *off-takers* de modo que se reduzca el riesgo de contraparte. Los proyectos de generación de energía solar tienen características estandarizables adaptables a la ubicación y pueden establecerse estándares bancables que permitan la selección adecuada de los proyectos. Un criterio a tener en cuenta es la facilidad de encontrar un comprador de reemplazo si el riesgo de contraparte llegara a materializarse.

Los clientes firman un PPA con el SPV, que a su vez cede los derechos económicos de este contrato al Patrimonio Autónomo Agregador. A través del SPV se realiza la compra de equipos de acuerdo con las necesidades del comprador y las características del sitio donde se establecerá el proyecto. La FDN tendría un papel similar al del Modelo 1. La Gráfica 2.4 resume el modelo propuesto.

Gráfica 2.4. M2: Arquitectura de agregación para generación distribuida a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER)

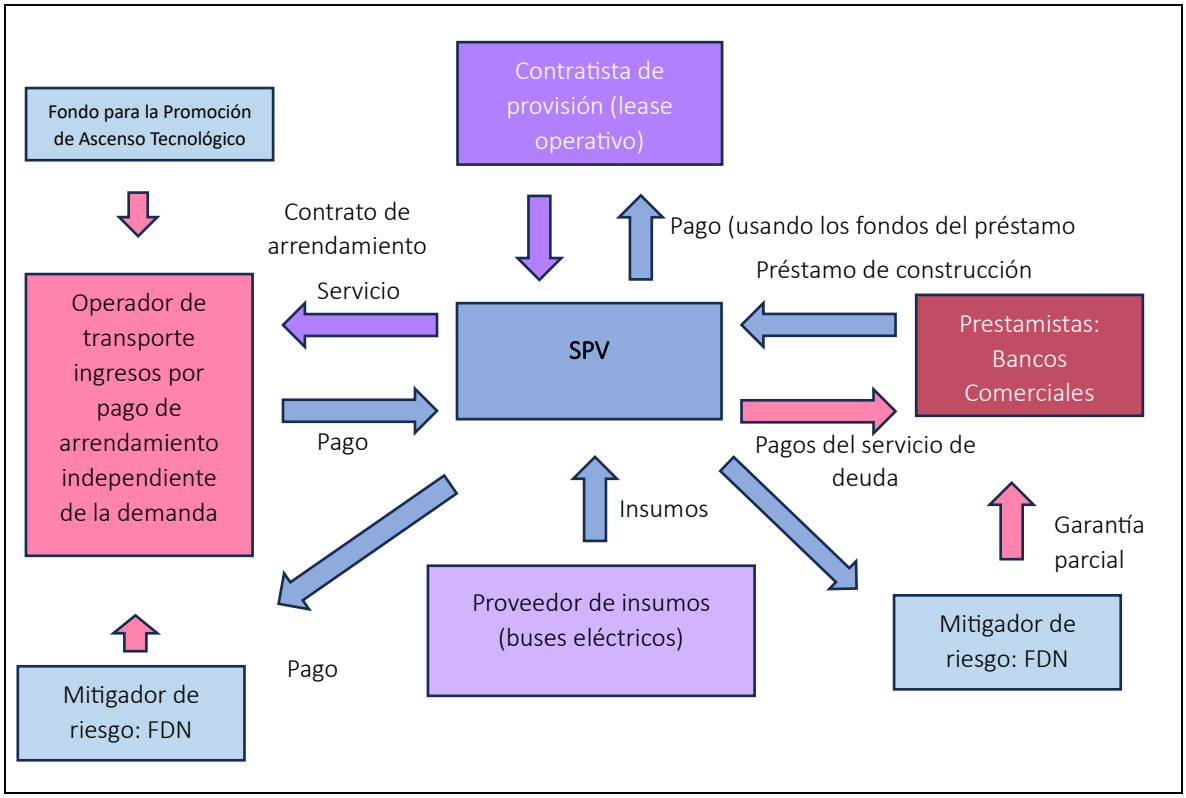


Fuente: elaboración Fedesarrollo.

2.5. Estructura de negocio para electrificación del transporte masivo en ciudades colombianas

Se propone un modelo de *project finance* donde se establece una SPV para cada municipio u operador de transporte masivo. El *sponsor* es un contratista de provisión que firma un contrato de arrendamiento con el operador de transporte masivo. El contrato no incluye mantenimiento y operación para reducir el riesgo moral. La fuente de ingresos son los pagos por el arriendo de los autobuses eléctricos (lease operativo), que no están atados a la demanda por transporte público. El SPV se financia con equity del *sponsor* y con deuda de la banca comercial como préstamos operativos. La FDN en este caso, puede entrar a mitigar el riesgo de estos créditos a través de garantías parciales, y también facilitar el pago por parte de los municipios en conjunto con el Fondo para la Promoción de Ascenso Tecnológico creado a través del artículo 33 de la Ley 2169 de 2021. La Gráfica 2.5 resume el modelo propuesto.

Gráfica 2.5. APP de electrificación de transporte masivo urbano



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

3. Modelos de negocio en Ciudades inteligentes: fibra óptica, reciclaje y tratamiento de residuos, y plataforma de seguridad urbana

3.1. Estructura de negocio para fibra óptica

Se parte del modelo holandés de despliegue de Fibra Óptica hasta el Hogar (FttH; Schrijver, 2015) para cubrir también la demanda empresarial y del sector público. En el modelo holandés, se crea una empresa *holding* que controla a empresas individuales (Empresas de Explotación de Redes; NEM, por sus siglas en neerlandés). Los NEM son los SPV del proyecto. En el modelo original revisado, los accionistas de las SPV en Holanda están lideradas por inversionistas institucionales.

Cada concesionaria es responsable de la inversión necesaria para prestar el servicio de fibra óptica. Esto incluye el cableado, los centros de datos y equipamiento de red, puntos de distribución, equipamiento en las cabeceras, redes de acceso, equipos de terminación de fibra, ingeniería y diseño de la red, además de los gastos en OPEX.

Se propone que la SPV para fibra óptica en Colombia tenga la responsabilidad de expandir y operar la fibra óptica en un número predefinido de conexiones de hogares y negocios por cada agrupación regional definida por MINTIC, sin reversión (BOO).

La composición de la SPV del modelo puede tener dos alternativas:

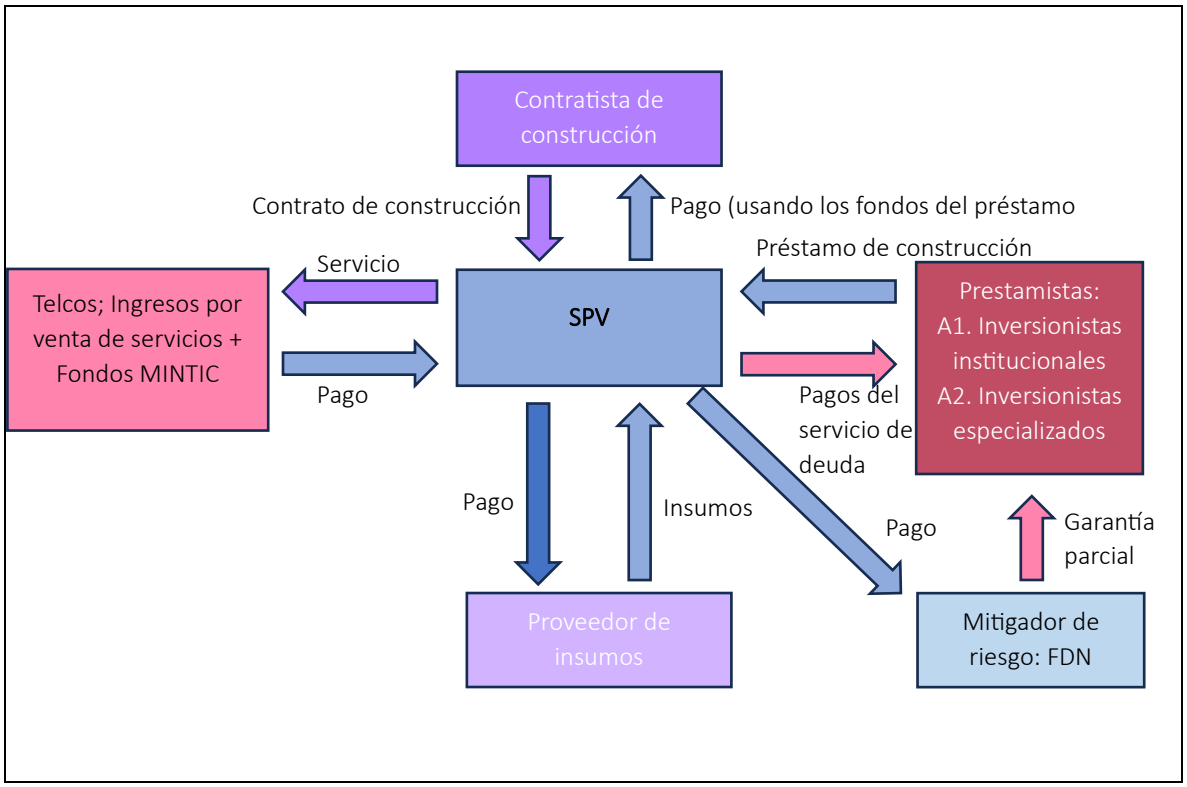
- **A1. Financiación con *equity* que incluye a inversionistas institucionales**. La inversión patrimonial en cada concesión individual proviene de las empresas de telecomunicaciones (*sponsors*) y de inversionistas institucionales. Aunque en Colombia no es una práctica frecuente, la experiencia internacional revisada muestra una participación exitosa de los inversionistas institucionales como aportantes de *equity*. En Colombia, los Decretos 816 de 2014, 1385 de 2015 y 765 de 2016 establecen que las condiciones bajo las cuales los inversionistas institucionales pueden invertir en proyectos de infraestructura bajo el esquema de APP. El objetivo es implementar un equilibro entre liquidez, seguridad y rentabilidad en las inversiones. El mecanismo de inversión de las AFP en proyectos de infraestructura son los Fondos de Capital Privado. El Decreto 1458 de 2022 establece que las AFP deberán invertir como mínimo el 3% en Fondos de Capital Privado y/o deuda privada para empresas colombianas o proyectos productivos en Colombia.
- **A2. Financiación por *equity* por el *holding***. La empresa *holding* provee totalmente la inversión patrimonial a las concesionarias individuales.

El consorcio de la SPV debe acreditar capacidades técnicas y financieras, y experiencias internacionales. En la A1, el *sponsor* debe tener un porcentaje de participación accionaria superior al 25%.

La remuneración a cada concesionario proviene de las tarifas generadas por las empresas de telecomunicaciones, y los pagos públicos a la APP, que pueden provenir de alguno de los dos Fondos antes mencionados para asegurar el cierre financiero y/o cubrir posibles subsidios a los usuarios más

pobres y a Mipymes, de acuerdo con las políticas públicas y apropiaciones existentes. Esta remuneración debe tener un componente fijo y un componente variable, según indicadores de desempeño como número de hogares conectados, cobertura geográfica, velocidad de conexión, porcentaje de tiempo de servicio, latencia, tasa de fallos, entre otros. La entidad contratante será la ANI, por delegación del MINTIC, que seleccionará las empresas con licitaciones otorgadas a los proponentes que exijan menores subsidios a los Fondos del MINTIC. La FDN puede desempeñarse como estructuradora, prestamista puente durante la etapa de construcción y como entidad que otorga garantías parciales de crédito. La Gráfica 3.1 resume el modelo propuesto.

Gráfica 3.1. Estructura de APP de expansión de fibra óptica



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

3.2. Estructura de negocio para reciclaje y procesamiento de residuos

El modelo básico de negocio está conformado por una APP gestionada a través de una Entidad de Propósito Especial (SPV, por sus siglas en inglés). La SPV tiene la concesión exclusiva para la construcción, financiación y operación del reciclaje y procesamiento de residuos sólidos de la ciudad, por 25 años, con reversión (BOT).

La SPV desarrollará las siguientes actividades:

- **Reciclaje.** Requiere organizar y reestructurar los procesos llevados a cabo por los recicladores de oficio, mediante la creación de centros de acopio que permitan el adecuado almacenamiento

y clasificación de residuos aprovechables como vidrio, plástico, papel, metales u otros materiales reciclables, que serán posteriormente vendidos a compradores mayoristas.

- **Valorización o recuperación de residuos.** Entre los procesos de recuperación de residuos se encuentra el compostaje para convertir en abono el desperdicio de alimentos y los residuos del paisajismo, como pasto, recortes de jardín, y desechos orgánicos de las mascotas, entre otros (EA Engineering, Science, and Technology, Inc., 2021); y la recuperación de residuos a energía (*WTE* por sus siglas en inglés) a través de instalaciones diseñadas para convertir residuos sólidos en energía, típicamente electricidad y calor. Las plantas WTE realizan una combustión controlada de los residuos a altas temperaturas. Durante este proceso, los residuos se queman en condiciones específicas que permiten la liberación de calor, que luego se utiliza para generar vapor. El vapor impulsa turbinas conectadas a generadores eléctricos para producir electricidad. Además de la generación de energía eléctrica, algunas plantas de WTE también pueden recuperar calor residual y utilizarlo para sistemas de calefacción urbana o industrial. Las plantas modernas están equipadas con sistemas avanzados de Control de la Contaminación del Aire para minimizar la liberación de gases nocivos y partículas al ambiente. Esto garantiza que la generación de energía a partir de residuos sea más limpia y respetuosa con el medio ambiente (Tisi, Matos, & Carneiro, 2023).
- **Disposición final de residuos.** Los residuos finales restantes después del proceso de reciclaje de materiales y recuperación eficiente de energía son trasladados a rellenos sanitarios que sigan prácticas de manejo adecuadas para reducir riesgos ambientales y de salud.

La integración de la cadena de gestión en la APP trae consigo beneficios como la eficiencia operativa y optimización de recursos, el mantenimiento de normas y calidad, la simplificación de la gestión, reducción de costos gracias a las economías de escala y una mejora en el servicio.

El consorcio de la SPV debe acreditar capacidades técnicas y financieras, y experiencias internacionales. El *sponsor* debe tener un porcentaje de participación accionaria superior al 25%.

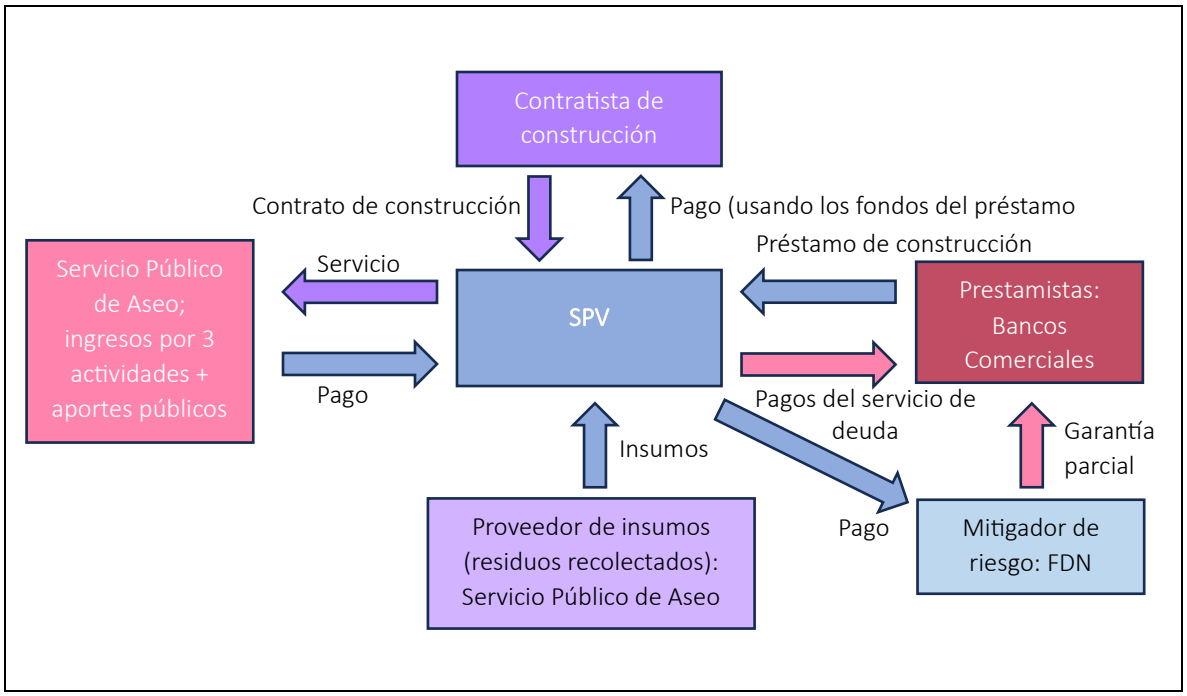
La remuneración proviene de tres fuentes: (i) ingresos del comercio al por mayor de material reciclado, (ii) ingresos del compostaje y la venta de energía recuperada de los residuos y (iii) los aportes públicos. Se propone usar tarifas binominales, con un componente fijo, establecido de acuerdo con los costos de operación y un componente variable, según indicadores de desempeño como la tasa de reciclaje, energía recuperada, reducción de residuos en el relleno sanitario, entre otros.

La entidad contratante es la entidad a cargo del servicio público de aseo, cuya naturaleza varía de acuerdo con la ciudad específica.[2] A diferencia con el modelo original, se propone que estas entidades de servicio público de aseo aporten la recolección, separación y entrega al SPV de las basuras con estándares, volúmenes y cronogramas acordados con el contrato de concesión. Esto

[2] Por ejemplo, en Bogotá la gestión de residuos está a cargo de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), adscrita a la Secretaría Distrital de Hábitat; en Medellín es dirigida por la Secretaría de Medio Ambiente; en Cali, el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) de la Alcaldía de Santiago de Cali; y en Barranquilla la gestión está a cargo de la administración municipal.

puede garantizar un alineamiento de incentivos para la recolección ágil y la adición de valor de preproceso. La FDN puede desempeñarse como estructuradora, prestamista puente durante la etapa preoperativa y como entidad que otorga garantías parciales de crédito. La Gráfica 3.2 resume el modelo propuesto.

Gráfica 3.2. APP de residuos sólidos y reciclaje



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

3.3. Estructura de negocio para plataforma de seguridad urbana

El modelo plantea una alianza en la cual un socio privado, a través de una Entidad de Propósito Especial (SPV), tiene la concesión para la compra, desarrollo tecnológico y alquiler de soluciones tecnológicas aplicadas al área de seguridad.

A continuación, se presentan las principales herramientas que deben constituir un sistema digitalizado de seguridad ciudadana urbana, que se base en parte en las experiencias de Praia Grande[3] y Nueva York, que cuentan con herramientas de tecnología e inteligencia para mejorar la prevención, detección y respuesta a amenazas y delitos.

- **Cámaras de reconocimiento facial**. Esta herramienta permite una vigilancia más efectiva y una identificación rápida de individuos sospechosos, alertando al Puesto de Mando Unificado de la ciudad, lo que ayuda a prevenir y resolver delitos de manera más eficiente. Su capacidad para recopilar datos en tiempo real facilita la supervisión proactiva de áreas vulnerables, lo que a su vez contribuye a una respuesta más rápida y efectiva en situaciones de emergencia. Además,

[3] Las inversiones en tecnología para la seguridad han permitido la reducción del 60% de los índices de criminalidad en Praia Grande (Brasil).

fomenta un ambiente disuasorio para actividades delictivas, promoviendo así una sensación general de seguridad entre los ciudadanos (New York Police Department, 2020).

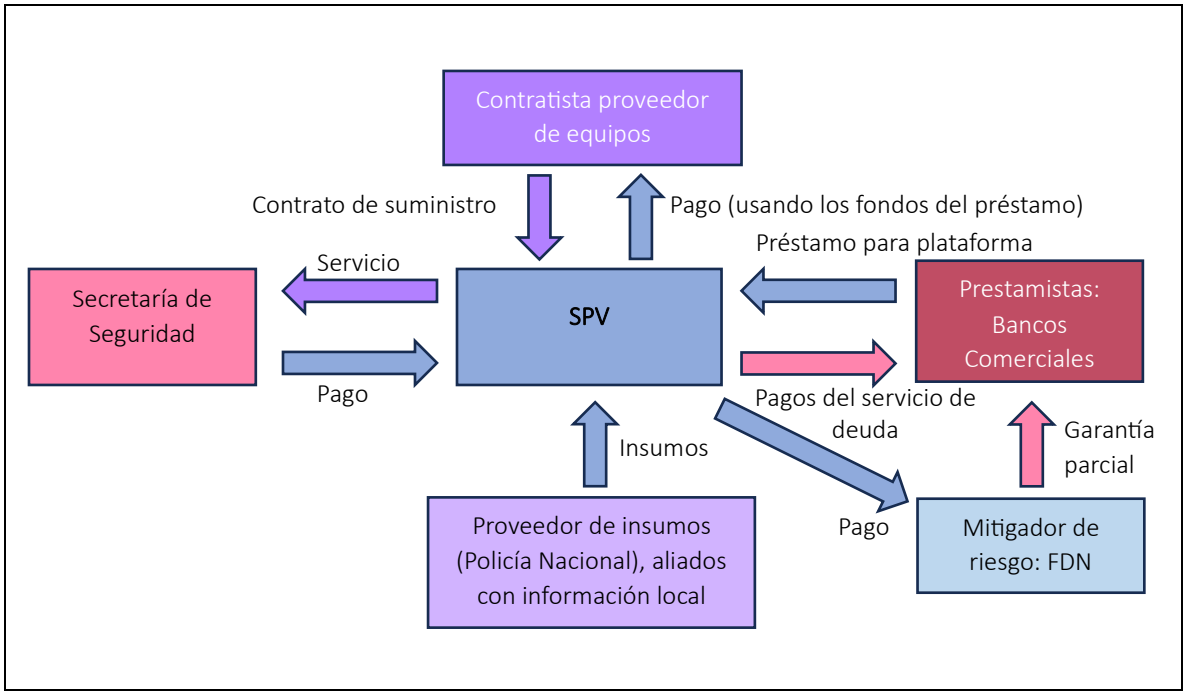
- **Cámaras de Reconocimiento Óptico de Caracteres** (OCR, por sus siglas en inglés) posibilitan la detección de vehículos sospechosos, o vehículos reportados como robados, simplificando las tareas de investigación, tanto para facilitar la pronta recuperación y la detención de los delincuentes, como para identificar patrones y tendencias relacionadas con robos de vehículos (Viso Suite, 2023).
- **Drones de vigilancia**. Los drones están equipados con cámaras y sensores avanzados, lo que permite monitorear áreas extensas, detectar actividades sospechosas y proporcionar información en tiempo real a las autoridades. Además, permiten la evaluación rápida de situaciones peligrosas, el seguimiento de delincuentes en áreas de difícil acceso y la supervisión de multitudes durante eventos públicos, lo que contribuye a la prevención y resolución de delitos (Community Oriented Policy Services, 2020).
- **Software de alerta ciudadana**. Consiste en un software diseñado para dispositivos móviles que permite a los ciudadanos informar sobre situaciones de emergencia, delitos, o cualquier otra actividad sospechosa y alteración de orden público directamente a las autoridades competentes. Un interfaz fácil de usar permite a los usuarios enviar alertas con ubicaciones en tiempo real, fotografías o videos, y descripciones detalladas de la situación. Una vez recibida la alerta, las autoridades pueden responder y tomar las medidas adecuadas para abordar el problema o enviar ayuda de emergencia en consecuencia, lo que contribuye a una respuesta más rápida y eficiente en situaciones críticas. Esta herramienta es un complemento útil y eficaz al número único de seguridad y emergencias, que permite otorgar evidencias de las situaciones a denunciar (IADB, 2022).

El consorcio de la SPV debe acreditar capacidades técnicas y financieras, y experiencias internacionales. El *sponsor* debe tener un porcentaje de participación accionaria superior al 25%.

La remuneración proviene de los pagos del socio público de la APP con tarifas binominales, con un componente fijo, establecido de acuerdo con los costos de operación y un componente variable, según indicadores de desempeño como la tasa de éxito en el uso de las herramientas tecnológica. La siguiente gráfica resume el modelo propuesto para cada una de las ciudades o área metropolitana, según sea el caso.

La entidad pública contratante para el proyecto será la Secretaría de Seguridad o equivalente de cada una de las ciudades o áreas metropolitanas. De acuerdo con la inversión necesaria en cada una de las ciudades, el Gobierno Nacional puede subsidiar una proporción del pago. La financiación por deuda, de acuerdo con la práctica internacional, se encuentra a cargo de bancos de desarrollo local y mediante bancos comerciales. La FDN puede desempeñarse como prestamista líder. Dado el beneficio económico y social del proyecto, la deuda ofrecida debe tener mejoras crediticias para aumentar el atractivo de inversión y disminuir los riesgos al estar respaldadas. La Gráfica 3.3 resume el modelo propuesto.

Gráfica 3.3. Estructura de APP de plataforma de seguridad ciudadana



Fuente: elaboración Fedesarrollo.

Referencias

Ayuntamiento de Praia Grande. (27 de Enero de 2021). Praia Grande atinge marca de 2.800 câmeras de videomonitoramento. *Cidade conta ainda com softwares de última geração*. Obtenido de https://www.praiagrande.sp.gov.br/pgnoticias/noticias/noticia_01.asp?cod=52027

Banco Mundial - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio . (2021). *Tratamiento de residuos sólidos en el marco del servicio público de aseo .* MAG Consultoría S.A.S.

Community Oriented Policy Services. (2020). *Drones: A Report on the Use of Drones by Public Safety Agencies — and a Wake-Up Call about the Threat of Malicious Drone Attacks .* U.S Department of Justice. Obtenido de https://portal.cops.usdoj.gov/resourcecenter/RIC/Publications/cops-w0894-pub.pdf

DANE. (2022). *Boletín Técnico Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos (CAEFM-RS) .*

EA Engineering, Science, and Technology, Inc. (21 de Octubre de 2021). *Municipal Composting Facility Proves Economics and Feasibility of Large-Scale Processing.* Obtenido de https://eaest.com/insight/municipal-composting-facility-proves-economics-and-feasibility-of-large-scale-processing/

IADB. (3 de Marzo de 2022). *IDB Introduces Platform to Improve Security of Cities in Latin America.* Obtenido de https://www.iadb.org/en/news/idb-introduces-platform-improve-security-cities-latin-america

MinTIC. (2023). *Boletín trimestral de las TIC: cifras de primer trimestre de 2023.* Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-277216_recurso_1.pdf

New York Police Department. (2020). *NYPD Questions and Answers Facial Recognition.* New York: NYPD. Obtenido de https://www.nyc.gov/site/nypd/about/about-nypd/equipment-tech/facial-recognition.page

SAFR. (2021). *Smart city, safer city: Case study Praia Grande.* Obtenido de https://safr.com/case-studies/praia-grande/

Schrijver, T. (2015). *Off-balance financing of the fiber netweok at Reggerfiber: A case study.* Enschede: University of Twente.

Tisi, Y. S., Matos, F. A., & Carneiro, M. L. (2023). Development of waste-to-energy through integrated sustainable waste management: the case of ABREN WtERT Brazil towards changing status quo in Brazil. *Waste Disposal & Sustainable Energy*. doi:https://doi.org/10.1007/s42768-022-00127-x

USAID. (2018). *Project Financing Strategies & PPP financial analysis & modelling techniques.*

Viso Suite. (2023). *Optical Character Recognition (OCR) – The 2023 Guide.* Obtenido de https://viso.ai/computer-vision/optical-character-recognition-ocr/



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