

Diagnóstico de datos y sistemas de información de residuos para identificar necesidades y vacíos de información y tecnológicos.

2020 -2021



valopes

[www.valopes.com](http://www.valopes.com)

Comisionado por:  
Deutsche Gesellschaft für Zusammenarbeit (GIZ)  
Sarah Hirsch – Coordinadora PREVEC  
[Sarah.hirsch@giz.de](mailto:Sarah.hirsch@giz.de)  
Ana Karina Quintero – Asesora PREVEC  
[ana.quintero@giz.de](mailto:ana.quintero@giz.de)  
Paula Jiménez – Asesora PREVEC  
[paula.jimenez@giz.de](mailto:paula.jimenez@giz.de)  
Santiago Velázquez – Asesor PREVEC  
[santiago.velazquezgarcia@giz.de](mailto:santiago.velazquezgarcia@giz.de)

Equipo Consultor Valopes:  
Octavio Andrés Torres  
M.Sc. Ingeniería de Energía y Procesos. Ing. Industrial.  
[octavio@valopes.com](mailto:octavio@valopes.com)  
Director de Proyecto

Ricardo Bonilla  
Físico con PhD. Ing. Industrial  
[ricardo.bonilla@valopes.com](mailto:ricardo.bonilla@valopes.com)  
Experto en Analítica de Datos

Luis Ortega  
Ing. Civil en Informática  
[luis@valopes.com](mailto:luis@valopes.com)  
Director de Tecnología

Nicolás Escalante  
Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería. M.Sc. Ing. Ambiental. Ing. Civil  
[nicolas.escalante@gmail.com](mailto:nicolas.escalante@gmail.com)  
Experto en Gestión de Residuos

Diego Camilo Romero  
[diegoc.romero.torres@gmail.com](mailto:diegoc.romero.torres@gmail.com)  
M.Sc. Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Administrador Ambiental  
Asesor en Gestión de Residuos

Natalia Uribe  
M.Sc. Ecología Industrial. Ing. Civil e Ing. Ambiental.  
[n.uribecalvo@gmail.com](mailto:n.uribecalvo@gmail.com)  
Asesora en Dirección de Proyecto

Sandra Pinzón  
M.Sc. Gerencia Ambiental. Abogada  
[sandra.pinzon@basuraceroglobal.com](mailto:sandra.pinzon@basuraceroglobal.com)  
Experta Legal

Carolina Borrero  
M.Sc. Ingeniería Ambiental. Ing. Ambiental  
[borrero-carolina94@gmail.com](mailto:borrero-carolina94@gmail.com)  
Consultora

@VALOPES DIGITAL SERVICES S.A.S.  
[www.valopes.com](http://www.valopes.com)

Diseño  
Tatina Niño  
[disenino@gmail.com](mailto:disenino@gmail.com)



Sobre este resumen ejecutivo:

Este resumen ejecutivo es la presentación de los resultados finales de la consultoría realizada en un periodo de cinco (5) meses (noviembre de 2020 - marzo 2021) que comprende un total de cuatro (4) informes. Este proyecto forma parte del Programa de Empleos Verdes en la Economía Circular (PREVEC) de la Deutsche Gesellschaft für Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en Colombia, bajo el contrato No. 83 362 453.

- 8** Introducción & Contexto
- 11** Levantamiento de Información
- 15** Marco Normativo
- 18** Mapas de datos del ecosistema de residuos sólidos
- 21** Ecosistemas de SI Residuos en Colombia
- 30** Ecosistemas de los Sistemas de Información de los residuos en Colombia
- 34** Ecosistemas de los Sistemas de Información de los residuos en Bogotá
- 38** Iniciativas de transformación digital en el ecosistema de sistemas de información de residuos en Colombia
- 40** Hallazgos principales de los datos e información en la gestión de residuos en Colombia
- 42** Requisitos Necesarios para la gestión eficiente de datos
- 45** Propuestas conceptuales para la articulación de mejora sistémica a nivel nacional
- 54** Propuesta Metodológica de estandarización y armonización desde el laboratorio de datos para la circularidad en Bogotá

## Índice de figuras

**Figura 1.** Grupos de actores y niveles de gestión para la focalización de instrumentos de recolección de información.

**Figura 2.** Distribución de instrumentos de levantamiento de información por nivel de gestión y por sistema de información.

**Figura 3.** Caracterización de los actores del ecosistema de residuos.

**Figura 4.** Ecosistema de residuos ordinarios.

**Figura 5.** Ecosistema de residuos peligrosos.

**Figura 6.** Ecosistema de residuos de gestión diferenciada.

**Figura 7.** Mapa de SI públicos relativos a residuos

**Figura 8.** Mapa de SI públicos relativos a residuos de Bogotá D.C.

**Figura 9.** Observación del ecosistema de actores generadores y/o gestores residuos sólidos y los flujos de información asociados.

**Figura 10.** Iniciativas de transformación digital en el ecosistema de residuos sólidos.

**Figura 11.** Dos propuesta de integración (independientes pero no excluyentes).

**Figura 12.** Arquitectura del lago de datos.

**Figura 13.** Arquitectura del prisma para captura de datos.

**Figura 14.** Arquitectura del prisma para captura de datos para Bogotá.

**Figura 15.** Hoja de ruta para el piloto de la solución del prisma.

**Figura 16.** Prisma de captura de datos - Implementación generados de residuos.

**Figura 17.** Prisma de captura de datos - Implementación gestores de residuos.

# Índice de Tablas

**Tabla 1.** Atributos de calidad estadística.

**Tabla 2.** Beneficios de las propuestas para cada entidad distrital

# Lista de siglas y acrónimos

<b>ANLA:</b> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	<b>RUIA:</b> Registro Único de Infractores Ambientales
<b>DANE:</b> Departamento Administrativo Nacional de Estadística	<b>RURO:</b> Registro Único de Recicladores de Oficio
<b>DNP:</b> Departamento Nacional de Planeación	<b>SDA:</b> Secretaría Distrital de Ambiente
<b>ECA:</b> Estaciones de clasificación y almacenamiento	<b>SEN:</b> Sistema Estadístico Nacional
<b>EAI:</b> Encuesta Ambiental Industrial	<b>SI:</b> Sistema de información
<b>EAM:</b> Encuesta Anual Manufacturera	<b>SIAC:</b> Sistema de Información Ambiental de Colombia
<b>ENEC:</b> Estrategia Nacional de Economía Circular	<b>SIEC:</b> Sistema de Información de Economía Circular
<b>GIRS:</b> Gestión integral de residuos sólidos	<b>SIGAB:</b> Sistema de Información para la Gestión y Operación del Servicio Público de Aseo
<b>IDEAM:</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	<b>SIRHO:</b> Sistema de Información de Residuos Hospitalarios
<b>MADS:</b> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	<b>SSPD:</b> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
<b>MIEC:</b> Mesa de Información de Economía	<b>SUI:</b> Sistema Único de Información
<b>RA:</b> Registro Administrativo	<b>UAESP:</b> Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
<b>RCD:</b> Residuos de construcción y demolición	<b>VITAL:</b> Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea
<b>RESPEL:</b> Residuos peligrosos	
<b>RUA:</b> Registro Único Ambiental	

## 01

## Introducción &amp; Contexto

**E**l Programa de Empleos Verdes en la Economía Circular - PREVEC, ha definido tres líneas estratégicas para la mejora de las capacidades técnicas de Colombia y sus ciudades, de su población recicladora, al igual que del sector privado para la gestión integral de los residuos y la transformación hacia una economía circular. Estas tres líneas estratégicas son:

1. Crear las condiciones necesarias para el incremento del reciclaje de residuos específicos, en las áreas metropolitanas de Bogotá D.C. y Cúcuta.



2. Cooperar a nivel nacional con las condiciones estratégicas y regulatorias para los actores encargados de implementar la estrategia de economía circular.



3. Mejorar la oferta o medidas de capacitación para la economía circular.



Los resultados de esta consultoría aportan al avance en las líneas estratégicas 1 y 2 al **desarrollar una propuesta de mejora sistémica para la integración de información relativa a residuos sólidos**. Un modelo de integración de información es estratégico para contar con datos para la toma de decisiones informada que vuelva eficiente y eficaz las acciones de las líneas 1 y 2.

Con relación a los sistemas de información (SI), con datos relativos a residuos sólidos en Colombia, se observa que actualmente dichos sistemas son independientes y, por lo tanto, aportan una visión fragmentada del ecosistema de residuos. Para el logro de un sistema integrado, en esta consultoría se avanzó con resultados específicos

tales como:

- La construcción de un mapa de datos que permite identificar necesidades y vacíos de información y tecnológicos.
- Un análisis de las metodologías y procesos de recolección, evaluación, gestión y visualización de datos de residuos.
- Un levantamiento del flujo de información relativa a residuos a nivel nacional, con un foco especial para la ciudad de Bogotá D.C.
- El desarrollo de una propuesta metodológica de integración y armonización para la articulación de los SI a partir de una aproximación sistémica.
- Un mapa de ruta para la implementación de dichas propuestas de integración.

La propuesta metodológica para el logro de los resultados antes mencionados consistió en una comprensión del contexto, tanto normativo como técnico a través de la revisión documental de la normatividad para el reporte de datos de residuos sólidos en Colombia, la construcción de un mapa de datos de sistemas de información<sup>1</sup> relacionados, previamente priorizados y su caracterización desde un punto de vista tecnológico. La propuesta metodológica comprendió igualmente un levantamiento de información primaria a través de entrevistas en profundidad y sondeos de opinión de actores en el ecosistema. Las entrevistas en profundidad se realizaron a entidades administradoras de los sistemas de información o de operaciones estadísticas con datos de residuos, en el anexo **Fuentes de información primaria** se listan las entidades entrevistadas y los sistemas de información relaciona-

<sup>1</sup> En particular, para la construcción del mapa de datos, se utilizó el inventario de operaciones estadísticas del SEN# lo que asegura la calidad individual de cada operación y por consiguiente de la información de insumo de un sistema integrado.

dos. Uno de los principales hallazgos que surgen tanto del análisis del mapa de datos como del entendimiento del flujo de información de residuos a nivel nacional y en Bogotá es la marcada fragmentación de cómo hoy en día es observado el sector de residuos desde los diversos SI que capturan datos de los actores que los generan y/o gestionan. El mapa de datos analiza las operaciones estadísticas validadas, asegura la calidad de los datos pero no asegura que un sistema integrado produzca resultados de calidad: “el todo no es la suma de las partes” (principio sistémico).

Del análisis del mapa de datos, integrado a la información recolectada de los instrumentos de fuente primaria y de la revisión documental resultan dos **propuestas de mejora sistémica para la integración de información relativa a residuos sólidos**.



# 02

## Levantamiento de información

El levantamiento de la información se basó exclusivamente en la revisión documental y la aplicación de varios instrumentos de recolección de fuente primaria.

Gracias a la gestión de la GIZ con las contrapartes y al apoyo de las mismas durante el proceso de recolección de información se lograron 15 entrevistas con administradores de SI o actores consumidores de información (por ejemplo el MADS o MinVivienda), cinco (5) talleres de trabajo, se aplicaron cinco (5) formularios. Los cinco (5) formularios fueron: i) de levantamiento del perfil de información con tres (3) respuestas y reuniones de profundización con los equipo de tecnología, ii) de levantamiento de Ciclo de vida de los datos (10 respuestas), iii) tres (3) encuestas web diferentes con más de 300 respuestas en conjunto, uno enfocado a ECA, otro a prestadores de servicio del SUI y, por último, una que sondeaba a empresas que reportan información relacionada a residuos a algún SI (v.gr. RUA, SUI, SIRHO). El detalle de las organizaciones entrevistadas está disponible en el anexo **Fuentes de información primaria**.

Los instrumentos de levantamiento de la información<sup>2</sup> se diseñaron para recopilar información a diferentes niveles de gestión de los datos por sistema de información (SI): nivel gestión de arquitectura, nivel gestión de información y nivel gestión estratégica, para contar con una visión integral (figura 1):

<sup>2</sup> Los instrumentos tuvieron como objetivo general diagnosticar la gestión de datos y ganar comprensión sobre las oportunidades para la integración. Los objetivos específicos por instrumento se pueden consultar en el entregable 1 de la consultoría y los resultados específicos en el entregable 4.1 y 4.2.

- *Gestión estratégica:* Se refiere al nivel directivo y administrativo del sistema de información y que tiene una perspectiva global del sistema de información y de su capacidad de gestión.
- *Gestión de información:* Se refiere al manejo de los datos que ingresan al sistema de información y de su respectivo procesamiento para el desarrollo de las analíticas, reportes y consolidación de los datos.
- *Gestión de Arquitectura:* Se refiere al nivel técnico que se encarga de la infraestructura y arquitectura del sistema de información.

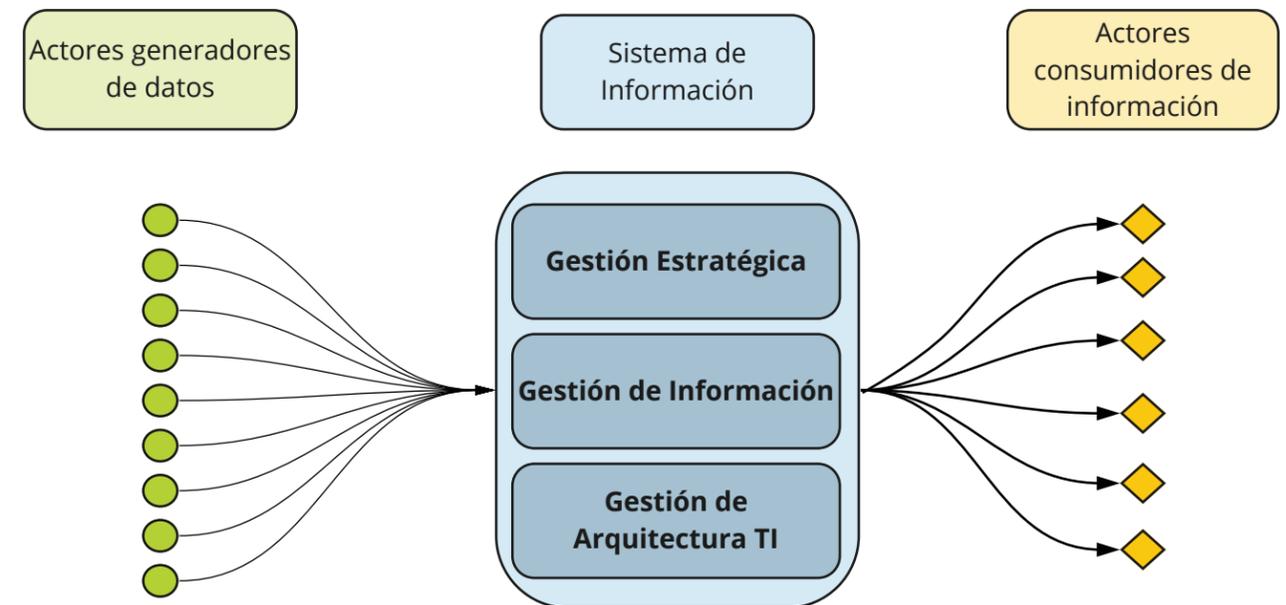


Figura 1. Grupos de actores y niveles de gestión para la focalización de instrumentos de recolección de información.

De igual forma se diseñaron instrumentos de levantamiento de información para recoger la visión de generadores de datos relacionados a residuos y actores consumidores de datos.

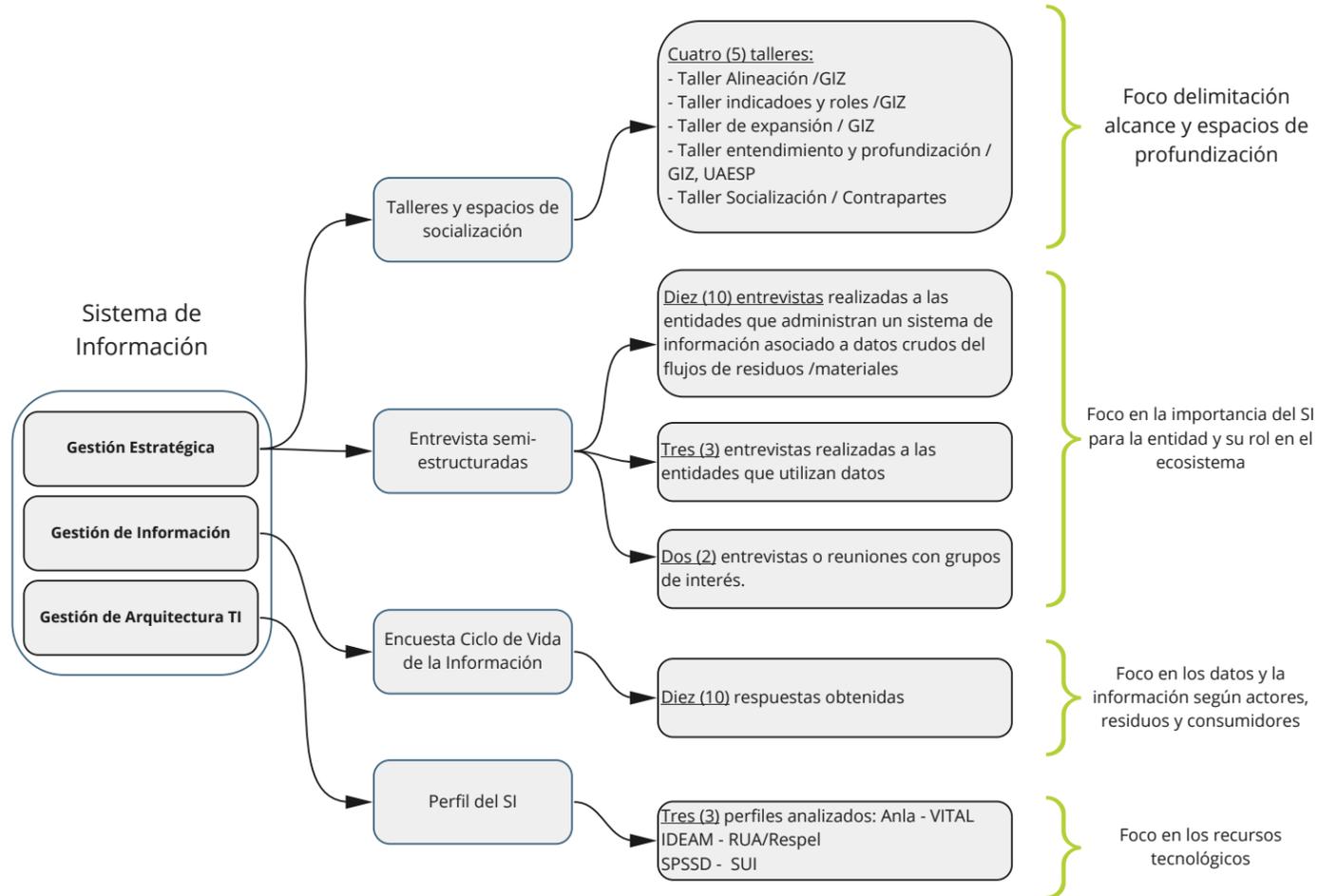


Figura 2. Distribución de instrumentos de levantamiento de información por nivel de gestión y por sistema de información

# 03

## Marco Normativo

Como parte de la comprensión para el diseño de una propuesta de integración, se realizó una revisión de la normatividad relacionada con la gestión integral de residuos sólidos en Colombia enfocada a la comprensión de los sistemas de información vinculados.

Se realizó el análisis normativo y recuento del mismo desde el año 1974 hasta la fecha, resultando en cuatro matrices de información:

1. **Matriz general:** Matriz compilatoria de la normatividad en gestión de residuos sólidos en Colombia
2. **Matriz por sector:** Matriz que relaciona la normatividad con 4 sectores: Servicio público de aseo, Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Aprovechamiento, y Residuos sólidos especiales y/o peligrosos.
3. **Matriz legal por sistemas de información:** Se identifica la normatividad relacionada a 17 sistemas de información.
4. **Matriz sobre la normatividad específica del Sistema Único de Información (SUI).**

El análisis de la información recopilada da lugar a resultados generales, específicos e identificación de retos o desafíos en materia de normatividad.

Para explorar las cuatro (4) matrices a nivel normativo, ingrese al siguiente link <https://bit.ly/3wKZ8mN> o consúltelo directamente por aplicativo QR.



## » Resultados generales del análisis a la normatividad

- El cuerpo de leyes de Colombia en materia de medio ambiente incluye estrictas normas sobre responsabilidad ambiental.
- A nivel nacional, se dan importantes avances en la década del 2000 al 2010 frente a la legislación ambiental y específicamente aquella relacionada con residuos peligrosos.
- Se ha fortalecido el marco normativo hacia una transición para la economía circular y la promoción del aprovechamiento.
- Se ha fortalecido el marco normativo para fomentar la formalización de la población recicladora.
- Existe un fortalecimiento normativo en los sistemas de información para promover el reporte de la gestión de residuos sólidos.
- Existe un fortalecimiento enfocado en la generación de reportes de análisis e indicadores de gestión a nivel nacional.

## » Resultados generales del análisis a la normatividad

- Se evidencia que cuatro (4) sistemas de información tienen normatividad específica asociada a su creación - SUI, RUA, SIRHO, RUIA.
- Diecisiete (17) SI y RA presentan normatividad asociada a la generación de estrategias o desarrollo del cumplimiento de la normatividad (SUI, RUA, SIAC, VITAL, MUISCA, VUCE, ICA's, SIRHO, CAR's, UAESP, SI RCD, Encuesta Ambiental, RURO, RUIA, SIGAB y PRAES.
- Cuatro (4) SI y RA presentan normatividad asociada al control de reporte (SUI, RUA, Encuesta Ambiental, SIRHO).



## » Retos y desafíos en materia de gestión de residuos

- 1 Construir estrategias para una trazabilidad en los datos reportados.
- 2 Definir un catálogo estandarizado de residuos para Colombia o adaptado a Colombia.
- 3 Estandarizar el nivel de desagregación por flujos de materiales específicos para todos los SI. Tomar como ejemplo RUA y SUI.
- 4 En algunos casos se encuentran vacíos en la normatividad sobre los requerimientos detallados de reporte y puede existir redundancia en el reporte de variables.

# 04

## Mapa de datos del ecosistema de residuos sólidos

El mapa de datos del ecosistema de residuos sólidos en Colombia y su análisis para la construcción de una propuesta de integración se realizó utilizando como unidad de referencia las Operaciones Estadísticas (OE) generadas por las entidades priorizadas. En particular para el análisis se hizo uso de Lineamientos de Calidad Estadística propuestos por el Sistema Estadístico Nacional (SEN).

El inventario del SEN<sup>1</sup> contiene 462 OE de 110 entidades públicas y privadas y un total de 3822 resultados estadísticos. Para visualizar y explorar un mapa de datos general del inventario del SEN ingrese al siguiente link: <https://www.valopes.com/es/giz.html>

<sup>1</sup> Descarga Dic-2021



Del inventario del SEN se identifican cinco (5) OE prioritarias para la construcción de un mapa de datos suficiente para describir el ecosistema de residuos sólidos en Colombia.

Se realizó un análisis utilizando el concepto de *calidad estadística de la información*<sup>2</sup> como eje conductor y se llevó a cabo una síntesis de calidad integral visualizando un sistema integrado de información. Los sistemas de información del ecosistema de residuos sólidos que se priorizan para este análisis son:

1. El Sistema Único de Información - SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos quien es responsable de la OE "Información Técnico-Operativa y Comercial del Servicio de Aseo-Aprovechamiento", OE número 555 del inventario del SEN - Sistema Estadístico Nacional.
2. El RUA Manufacturero a cargo del IDEAM, denominada "Estadística de Monitoreo y Seguimiento RUA Manufacturero en Colombia", OE 471.
3. El RUA Respel denominada "Estadísticas sobre Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos", OE 96.
4. Las encuestas del DANE, una denominada "Encuesta Anual Manufacturera (EAM)", OE 10 y la otra denominada "Encuesta Ambiental Industrial (EAI)", OE 207.

<sup>2</sup> "Lineamientos para el proceso estadístico en el Sistema Estadístico Nacional" (DANE 2020) [https://www.dane.gov.co/files/sen/normatividad/Lineamientos\\_Proceso\\_Estadistico.pdf](https://www.dane.gov.co/files/sen/normatividad/Lineamientos_Proceso_Estadistico.pdf)

El análisis aporta elementos fundamentales para la construcción de una propuesta de calidad señalando oportunidades y puntos de atención referentes a la estandarización y armonización de la recopilación, evaluación y presentación de datos.

Cada OE es de alta calidad de forma independiente, no obstante, al visualizar una integración de fuentes de información se presentarán retos de calidad pues cada operación fue diseñada con objetivos diferentes, para usuarios diferentes con metodologías diferentes, entre otros elementos. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados del análisis de los atributos de calidad de la información con mayor oportunidad incidencia en la construcción de un sistema integrado de información.

Atributo	Resultados
Accesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Las entidades en Colombia apenas inician su proceso de interoperabilidad y por lo tanto el acceso a los datos aún se realiza de forma semiautomática y en casos como el RUA, mediante comunicación escrita. El acceso a los datos puede requerir una futura intermediación que establece la necesidad de contar con un actor o grupo de actores reconocidos para ser eficientes (datos frecuentes) y eficaces (los campos deseados).</li> </ul>
Comparabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Debido a que las OE realizan mediciones con diferente escala de tiempo, la comparabilidad solo podría darse si se agrupan, suman o acumulan datos con la mayor escala de tiempo disponible.</li> <li>&gt; La comparabilidad espacial y geográfica es fragmentada; si bien funciona y es operativo no permite estudios integrales.</li> </ul>
Continuidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Para garantizar la continuidad de una OE, es necesario tener un responsable que tenga suficiente reconocimiento en el ecosistema para realizar las solicitudes necesarias a las entidades responsables y que estas actúen con prontitud.</li> </ul>
Exactitud	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Se requiere que exista un mecanismo o una estrategia para la verificación de las mediciones, o que se proponga una estrategia que empodere responsablemente a los actores que realizan las mediciones con relación a la veracidad en el reporte.</li> <li>&gt; Actualmente todos los sistemas hacen uso del auto-reporte o auto-diligenciamiento del reporte lo que no necesariamente favorece la exactitud.</li> <li>&gt; Si los resultados o indicadores de gestión fueran presentados a los actores habría un flujo de información hacia los actores que reportan, lo que muestra un posible beneficio que los incentive a reportar con exactitud.</li> </ul>
Oportunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Las OE no presentan un alto grado de oportunidad (exceptuando el SUI), pues el tiempo que transcurre entre una medición y la divulgación es amplio llegando hasta 24 meses.</li> <li>&gt; La estandarización a un mismo periodo de reporte supondría solicitar a las entidades responsables de las OE que adoptaran una periodicidad mensual.</li> <li>&gt; Para atender al criterio de <i>oportunidad</i> se plantea la necesidad de contar con una plataforma de reporte continuo.</li> </ul>
Precisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Es importante para este atributo contar con un mecanismo unificado de recolección y gestión de datos, en particular utilizar un mismo estándar de codificación de corrientes.</li> </ul>
Relevancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Este atributo hace referencia a satisfacer las necesidades de información de los usuarios, que supone conocer al usuario, el cual aún no está definido para un sistema integrado.</li> <li>&gt; Una opción para generalizar a cualquier usuario es contar con un alto nivel de desagregación de los datos, tan fino que cualquier usuario pueda realizar las agregaciones que considere pertinentes.</li> </ul>
Transparencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Se debe involucrar a la comunidad en los posibles análisis y presentaciones de la información.</li> <li>&gt; La problemática observada son los datos crudos, los cuales están anonimizados o con algún grado de agrupación.</li> <li>&gt; Poner los datos a disposición de la comunidad permite señalar oportunidades de mejora y realizar análisis propios.</li> <li>&gt; En este caso <i>poner a disposición</i> hace referencia a los datos crudos sin agregaciones, claro está respetando la normatividad vigente para protección de datos siguiendo los lineamientos de la ley 1712 de 2014, ley de transparencia y del derecho de acceso a la información pública nacional.</li> </ul>

Tabla 1. Atributos de calidad estadística.

05

# Ecosistemas de la gestión de residuos sólidos en Colombia

## Intro / Objetivo (Importancia)

El ecosistema de residuos en Colombia presenta los actores que lo componen y cómo interactúan entre sí a través de los datos y la información y que son articulados por medio de los SI que los monitorean a través de la captura de datos. Este ejercicio permite identificar vacíos en la información como consecuencia del alcance que tiene cada SI.

Las diferentes organizaciones que participan en el ecosistema se pueden asociar en categorías de

actores según sus roles institucionales y objetivos, para así visualizar la gobernanza en el ecosistema<sup>3</sup>. A continuación se presenta una ilustración de esta caracterización de los actores.

<sup>3</sup> Ver Anexo: Análisis del ecosistema de gestión de residuos sólidos en Colombia, se presenta el análisis de roles institucionales. Este análisis permite visualizar el componente de gobernanza de la gestión de residuos a partir de identificar los roles y objetivos que cada organización/actor tiene. El marco de análisis empleado es una adaptación realizada por el equipo consultor a la guía de planeación estratégica para la gestión de residuos sólidos municipales publicada por el Banco Mundial.

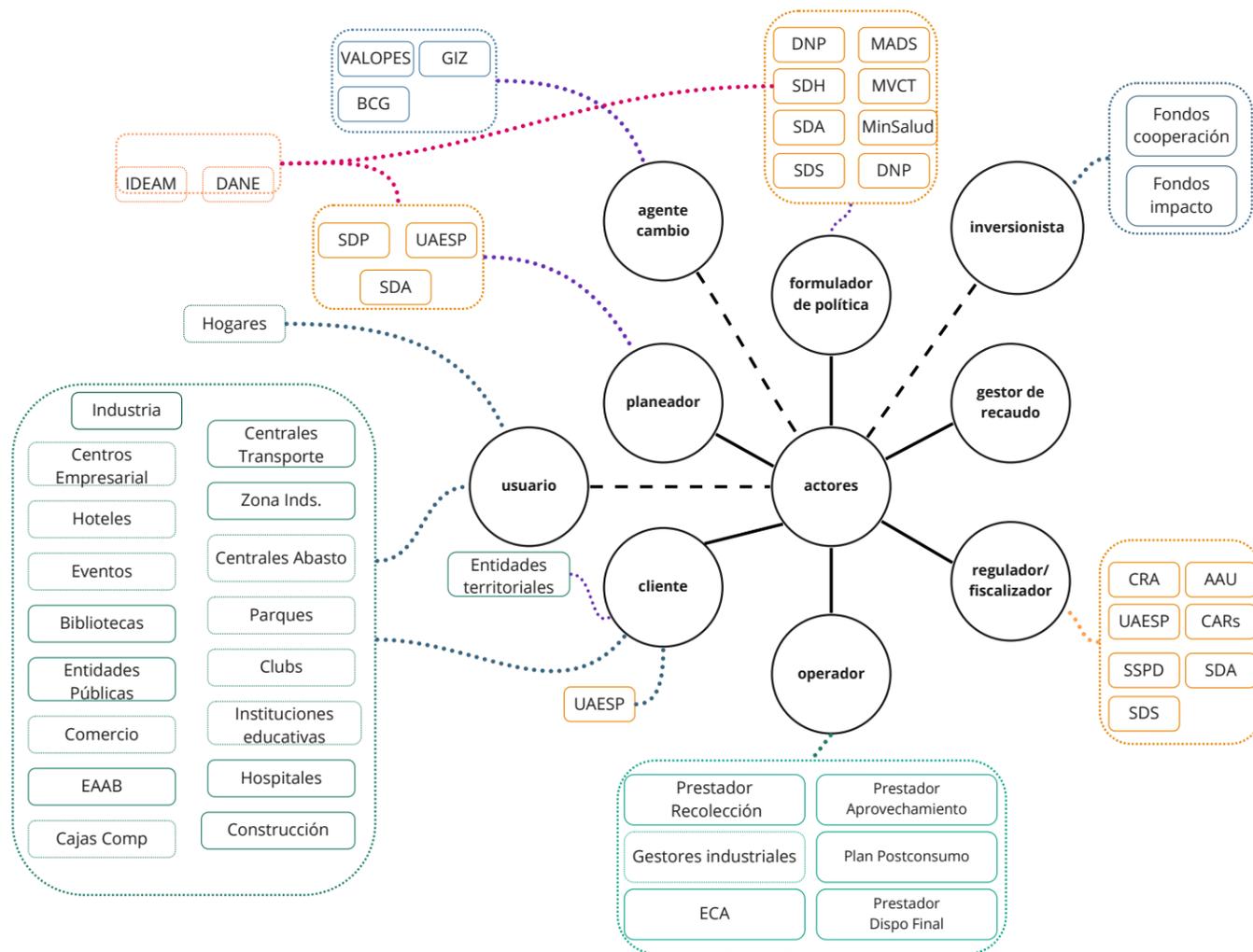


Figura 3. Caracterización de los actores del ecosistema de residuos

- 1. Agente de cambio:** instituciones -privadas, públicas, de la sociedad civil o de la cooperación internacional- y personas que impulsan el cambio en el sistema.
- 2. Formador de política:** establece las condiciones legales, institucionales, de política, normativas, económicas y financieras.
- 3. Inversionista:** dispone de los recursos financieros para cubrir las necesidades de inversión del sistema.
- 4. Regulador/Fiscalizador:** establecer el marco regulatorio y realizar el control de su cumplimiento.
- 5. Gestor de recaudo:** establece los mecanismos de recaudo -tarifas, impuestos, transferencias, por ventas de materiales- que cubrir los costos del servicio.
- 6. Operador:** responsable de la prestación del servicio diario de recolección, limpieza, barrido, transferencia, tratamiento-disposición y extracción de recursos (aprovechamiento)
- 7. Cliente:** contrata el servicio y supervisa su realización a través de la fijación de estándares y monitoreo del desempeño del operador.
- 8. Usuario:** generador de residuos, Consumidores de materias primas secundarias
- 9. Planeador:** establece metas así como formular estrategias y definir programas para su obtención.



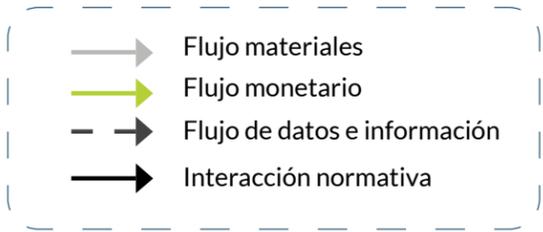
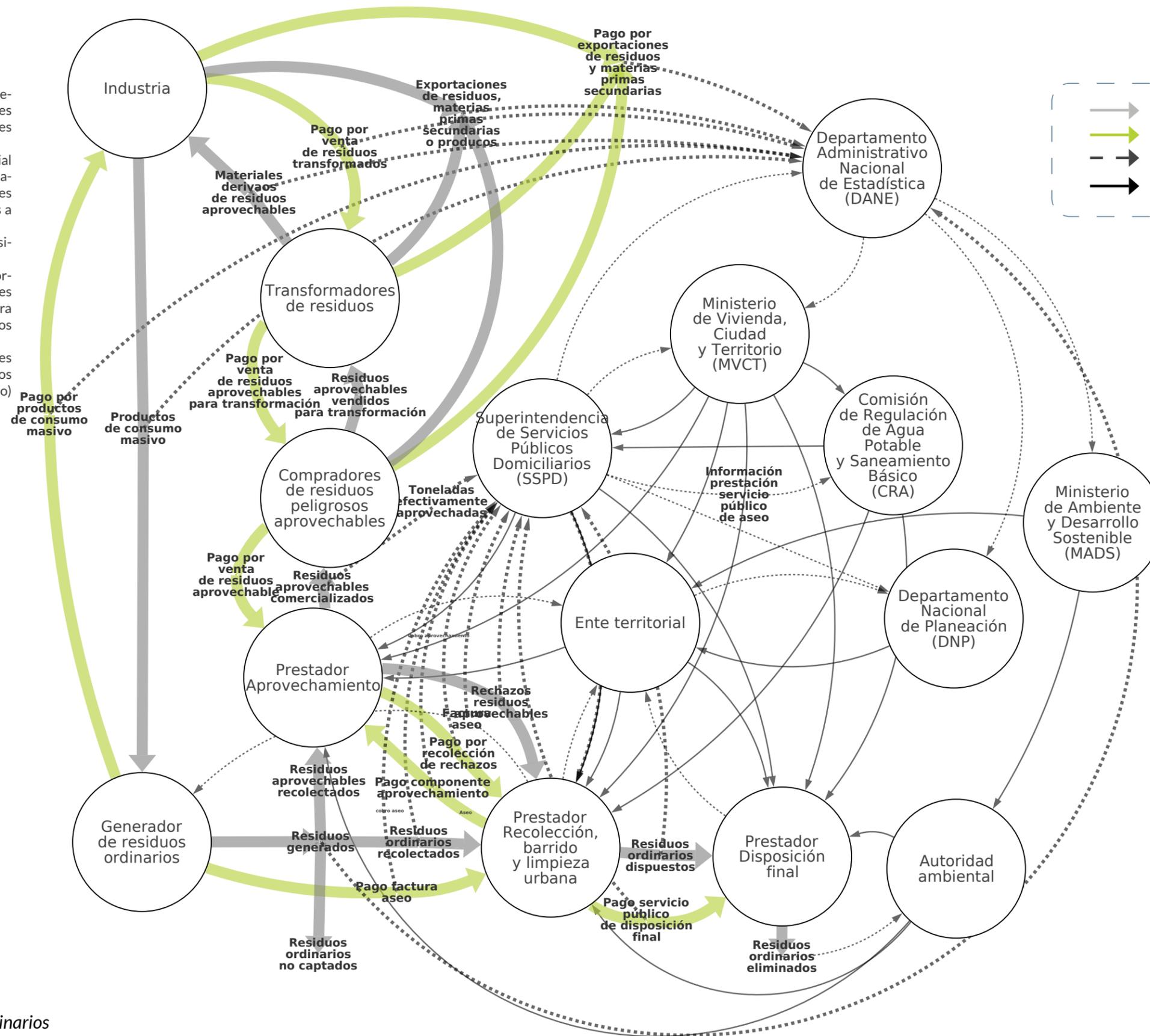
La articulación de información de los actores en Colombia se da por medio de los SI. Esta interacción está estrechamente condicionada por el alcance de fiscalización inherente a cada SI, que es resultado de la progresiva expedición en años recientes de un marco normativo no articulado y una política pública desarmonizada.

Lo anterior ha generado que el país cuente con tres (3) subsistemas. El primero es el de gestión de residuos ordinarios, relacionado básicamente con el servicio público de aseo. El segundo subsistema corresponde a la gestión de residuos peligrosos y el tercero al de los residuos de gestión diferenciada e incluye aquellos residuos no peligrosos que deben ser manejados de manera independiente del servicio público de aseo (v.gr. residuos de construcción y demolición, residuos industriales no peligrosos, residuos con planes de gestión pos-consumo, envases y empaques etc.).

A través de la presentación del ecosistema de residuos se comprende la gestión de datos y de información asociada con el manejo de residuos en el contexto nacional. Esto desde un enfoque holístico que contempla la complejidad que emerge a partir de las interacciones entre actores, como los flujos de materiales, los flujos monetarios, los datos, la información y las reglas.

» Ecosistema de residuos ordinarios

- Incluye a los actores que hacen parte de las operaciones del manejo de los flujos de materiales y monetarios y son los principales responsables de la generación de información.
- Incluye a la SSPD, el DANE y el ente territorial captando datos e información para el procesamiento de sus propias actividades misionales o para el uso por parte de otras instituciones a través de distintos mecanismos.
- Se están registrando las cantidades de los residuos ordinarios recolectados y dispuestos.
- Se hace énfasis en que es de especial importancia que haya coordinación entre estos tres actores -SSPD, DANE y el ente territorial- para poder integrar de manera armónica los datos captados y la información generada.
- La figura 4 muestra la interacción de los actores en: flujos de materiales (gris), flujos monetarios (verde), flujo de datos e información (punteado) e interacción normativa (negro).



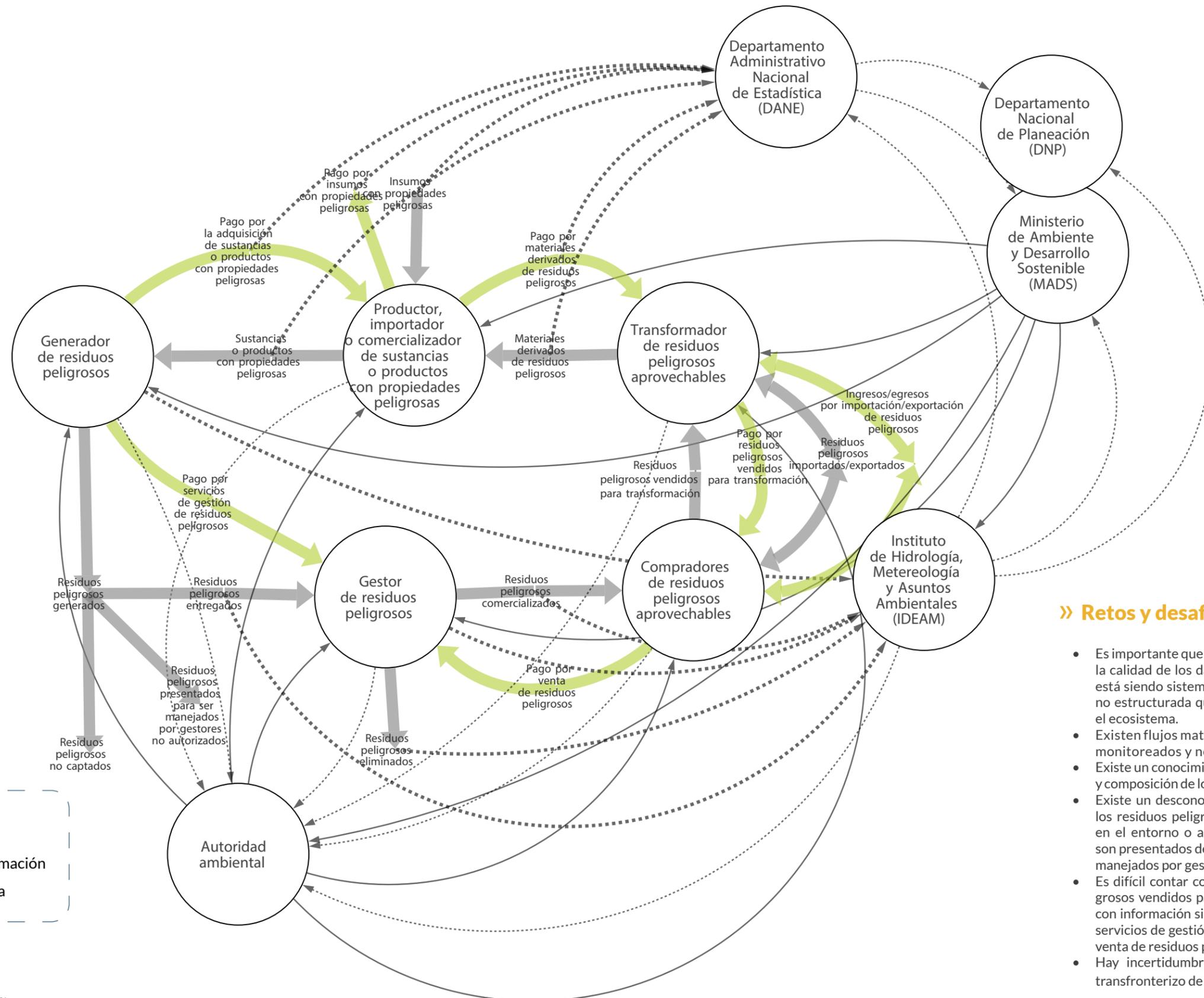
» Retos y desafíos

- Existe la posibilidad que las fuentes de datos presenten deficiencias de calidad con respecto a la cantidad y composición de los residuos aprovechables que las organizaciones de recicladores de oficio comercializan y de los rechazos que surgen en los procesos de clasificación de los materiales aprovechables.
- No se está captando información de los residuos generados, de los residuos no gestionados, ni sobre la composición física en términos de diferentes fracciones de materiales, por lo que no se pueden estimar las cantidades de los materiales individuales recolectados y dispuestos (v.gr. corriente de residuos orgánicos).
- Podría existir una posible sobreestimación de la cantidad de materiales aprovechados, lo que resulta en que las tasas de aprovechamiento estén sobrevaloradas, y en tarifas más altas para la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo.

Figura 4: Ecosistema de residuos ordinarios

» Ecosistema de residuos peligrosos

- En términos de los flujos físicos, los generadores de residuos peligrosos son el resultado del consumo de sustancias y productos con propiedades peligrosas que han llegado al final de su vida útil.
- Los residuos peligrosos generados deben ser entregados a un gestor de residuos peligrosos con licencia para ser dispuestos o aprovechados, o aunque cabe la posibilidad de que sean presentados de forma inadecuada para ser manejados por gestores no autorizados (v.gr. por el servicio público de aseo), o peor aún, terminan sin ser captados y en el ambiente.
- El principal gestor de datos e información en el ecosistema de residuos peligrosos es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) a través del Registro Único Ambiental (RUA).
- El IDEAM consolida estos datos y los pone a disposición del MADS, del DANE y el DNP para el reporte del avance en la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).
- La articulación entre el IDEAM, el DANE y la autoridad ambiental es clave para la integración de información sobre residuos peligrosos.
- La figura 5 muestra la interacción de los actores en: flujos de materiales (gris), flujos monetarios (verde), flujo de datos e información (punteado) e interacción normativa (negro).



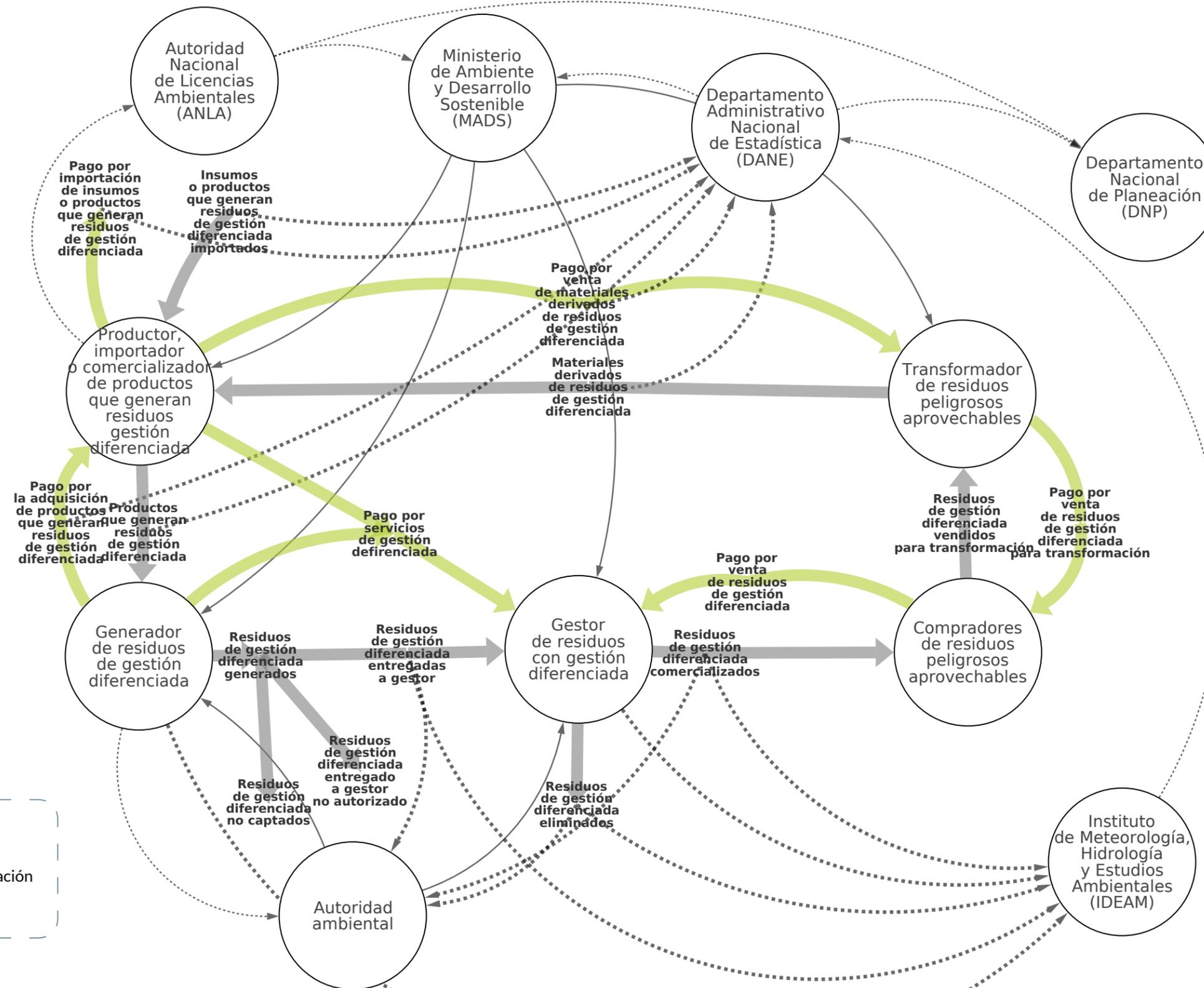
» Retos y desafíos

- Es importante que se hagan esfuerzos para mejorar la calidad de los datos, captar información que no está siendo sistematizada y acceder a información no estructurada que puede ser de gran valor para el ecosistema.
- Existen flujos materiales y monetarios que no son monitoreados y no presentan captura de datos.
- Existe un conocimiento parcial sobre las cantidades y composición de los residuos peligrosos generados.
- Existe un desconocimiento sobre las cantidades y los residuos peligrosos no captados que terminan en el entorno o aquellos residuos peligrosos que son presentados de manera indiscriminada para ser manejados por gestores no autorizados.
- Es difícil contar con registros de los residuos peligrosos vendidos para ser transformados, así como con información sistematizada de los pagos por los servicios de gestión de residuos peligrosos o por la venta de residuos peligrosos.
- Hay incertidumbre si los datos del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos es completo.

Figura 5: Ecosistema de residuos peligrosos

## » Ecosistema de residuos de gestión diferenciada

- Incluye residuos objeto de planes pos-consumo y de responsabilidad extendida del productor (v.gr. residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE), residuos especiales (v.gr. residuos de construcción y demolición) o residuos industriales no peligrosos.
- El IDEAM gestiona los datos reportados al RUA manufacturero con relación a los residuos entregados a los gestores, a los residuos eliminados y los residuos que ingresan a una cadena de aprovechamiento.
- La ANLA hasta el año pasado gestionaba los informes consolidados enviados por los planes de pos-consumo a VITAL, a partir de este año VITAL entra a ser responsabilidad del MADS. El IDEAM consolida estos datos y los pone a disposición del MADS y del DANE.
- La articulación y coordinación entre el IDEAM, el DANE y la autoridad ambiental es clave para la integración de información.
- La figura 6 muestra la interacción de los actores en: flujos de materiales (gris), flujos monetarios (verde), flujo de datos e información (punteado) e interacción normativa (negro).



## » Retos y desafíos

- Hay dificultad en la sistematización de datos estructurados de las cantidades vendidas de productos que generan este tipo de residuos.
- Se desconocen parcialmente las cantidades y composición de estos residuos generados.
- Existen datos con posibles limitaciones de calidad, en especial con relación a la composición física de los residuos entregados, eliminados y comercializados.
- Se requieren esfuerzos para mejorar la calidad de los datos, para captar información que no está siendo sistematizada y para acceder a información no estructurada (v.gr. lo reportado a la ANLA en los planes pos-consumo).

Figura 6: Ecosistema de residuos de gestión diferenciada

## 06

## Análisis de los sistemas de información de residuos en Colombia

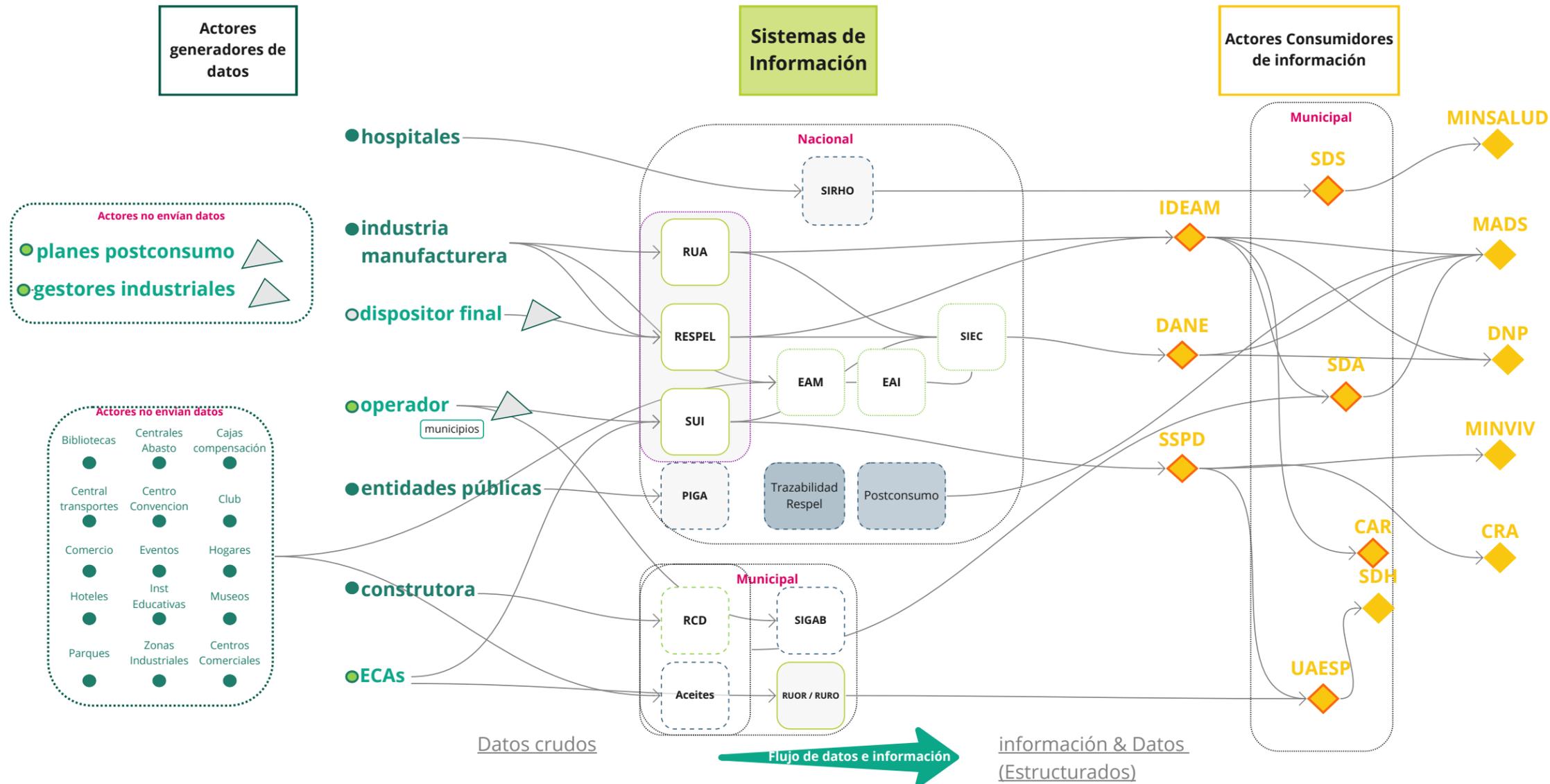
## A

continuación, se presenta un mapa que integra los sistemas de información públicos que capturan o gestionan datos de residuos sólidos a nivel nacional y/o a nivel distrital.

1. El mapa presenta:
  - Los actores identificados que durante sus actividades diarias consumen recursos y generan residuos y subproductos; y de esta forma generan datos relacionados a residuos, tales como: las instituciones prestadoras de salud (IPS), la industria manufacturera, los dispositivos finales, los operadores del servicio público de aseo, empresas constructoras, estaciones de clasificación y almacenamiento (ECA).
  - Diversos sistemas de información que capturan datos y los gestionan para producir información.
  - Las entidades públicas que consumen datos e información.

2. Se identificaron dos (2) sistemas de información que se encuentran en etapa de pilotaje o fases iniciales de diseño: Trazabilidad de RESPEL y Posconsumo.





### » Retos y desafíos

- Los sistemas de información actuales permiten una observación total del ecosistema, pero de forma fragmentada, en la medida que cada SI se enfoca en hacer seguimiento según sus necesidades y objetivos, tales como sectores económicos, flujos específicos o nivel geográfico.
- Los programas de posconsumo o los generadores industriales u otros sectores económicos, como comercio e instituciones educativas, no reportan datos a algún sistema.
- Los programas de posconsumo envían información consolidada de reporte anual al SI VITAL, pero no envían datos primarios (datos desagregados en corrientes, cantidades, etc).

Figura 7: Mapa de SI públicos relativos a residuos

# 07

## Análisis de los sistemas de información de residuos en Bogotá D.C.

En la figura 8 se puede observar en rojo los flujos de información que hoy en día las instituciones distritales utilizan para hacer seguimiento, control, fiscalización y diseño de política pública.

- Al lado izquierdo se encuentran los actores que generan datos, asociados a la generación y/o gestión de residuos a partir de su operar diario dentro de la ciudad-región.
- En el centro se encuentran los SI que fiscalizan a algunos de los actores que generan o gestionan residuos. Estos SI se enfocan en captar datos y producen información.
- Y al lado derecho se presentan los actores que consumen la información procesada al igual que datos por los SI. Estos actores son las instituciones encargadas de regular, formular políticas y planear la gestión de residuos en la ciudad.

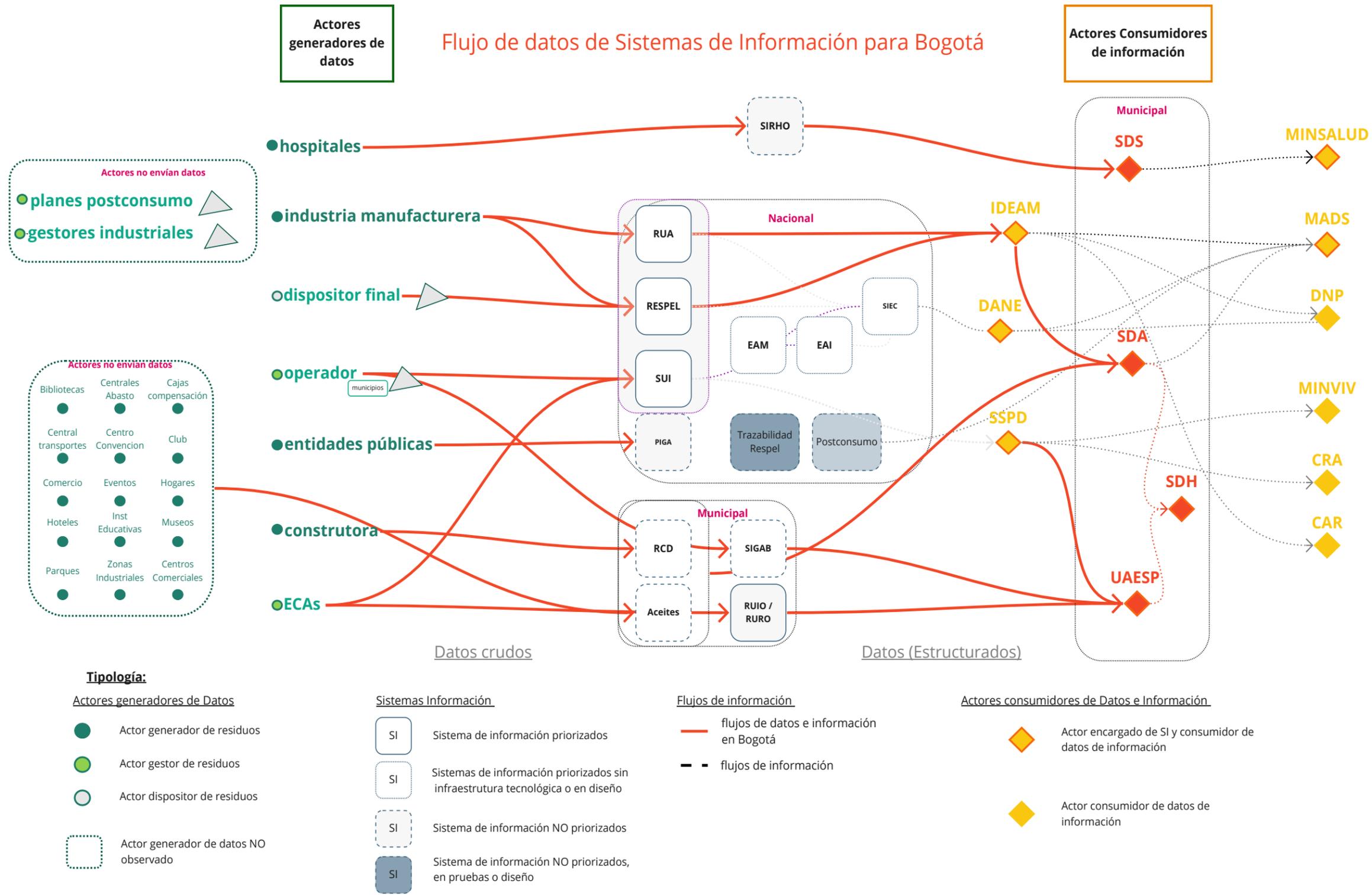
El diagrama incluye la información generada de los sistemas de información nacionales, incluyendo los sistemas de información distritales desarrollados por la Secretaría de Medio Ambiente (SDA) y Unidad Administrativa Especial de servicios Públicos (UAESP).

Es posible visualizar los sistemas de información de residuos de construcción y demolición (RCD), y sistema de captura de aceites, ambos a cargo de la SDA.

El RUOR y RURO son sistemas de información gestionados por la UAESP y tienen como enfoque principal captar datos asociados con las actividades de acompañamiento y apoyo a las organizaciones de recicladores en Bogotá.

Se identificaron 19 actores que generan residuos sólidos, de los cuales sólo siete (7) -que se encuentran en círculos verdes con líneas continuas (sector manufacturero, hospitales, entidades públicas, sector construcción, etc..)- están obligados a enviar datos a mínimo un sistema de información existente. (ver Figura página 3)





### » Retos y desafíos

- Existen varios actores generados de datos que no tienen la obligatoriedad de reportar datos crudos<sup>1</sup> a ningún sistema de información (v.gr. gestores industriales, programas pos consumo)
- Se encuentra que el número de empresas del sector manufacturero que reportan a los sistemas de información es mucho menor que las empresas registradas y responsables de reporte.
- Nuevamente, se encuentra que existen actores que, al no reportar datos de generación y/o de gestión de residuos sólidos, impiden que se tenga claridad sobre la totalidad de los flujos de residuos.
- Hay una visualización parcial del ecosistema de información relacionada a residuos sólidos a nivel distrital.

<sup>1</sup> Estos últimos suben información de reporte anual al Sistema Vital, pero este no captura datos crudos (corriente residuos, cantidad, unidad) sobre residuos sino información consolidada sobre la gestión de todo el programa

Figura 8: Mapa de SI públicos relativos a residuos de Bogotá D.C.

# 08

## Iniciativas de transformación digital en el análisis de los sistemas de información de residuos en Colombia

La figura 9 presenta el ecosistema de los actores generadores y/o gestores de residuos sólidos y los flujos de información que dichos actores generan; ya sea de residuos peligrosos o no peligrosos y los sistemas de información asociados a

la captura dichos datos o información dentro de la cadena de valor. De igual forma, dicha figura es posible observar el administrador del sistema de información o hacia que entidad fluye la información recopilada.

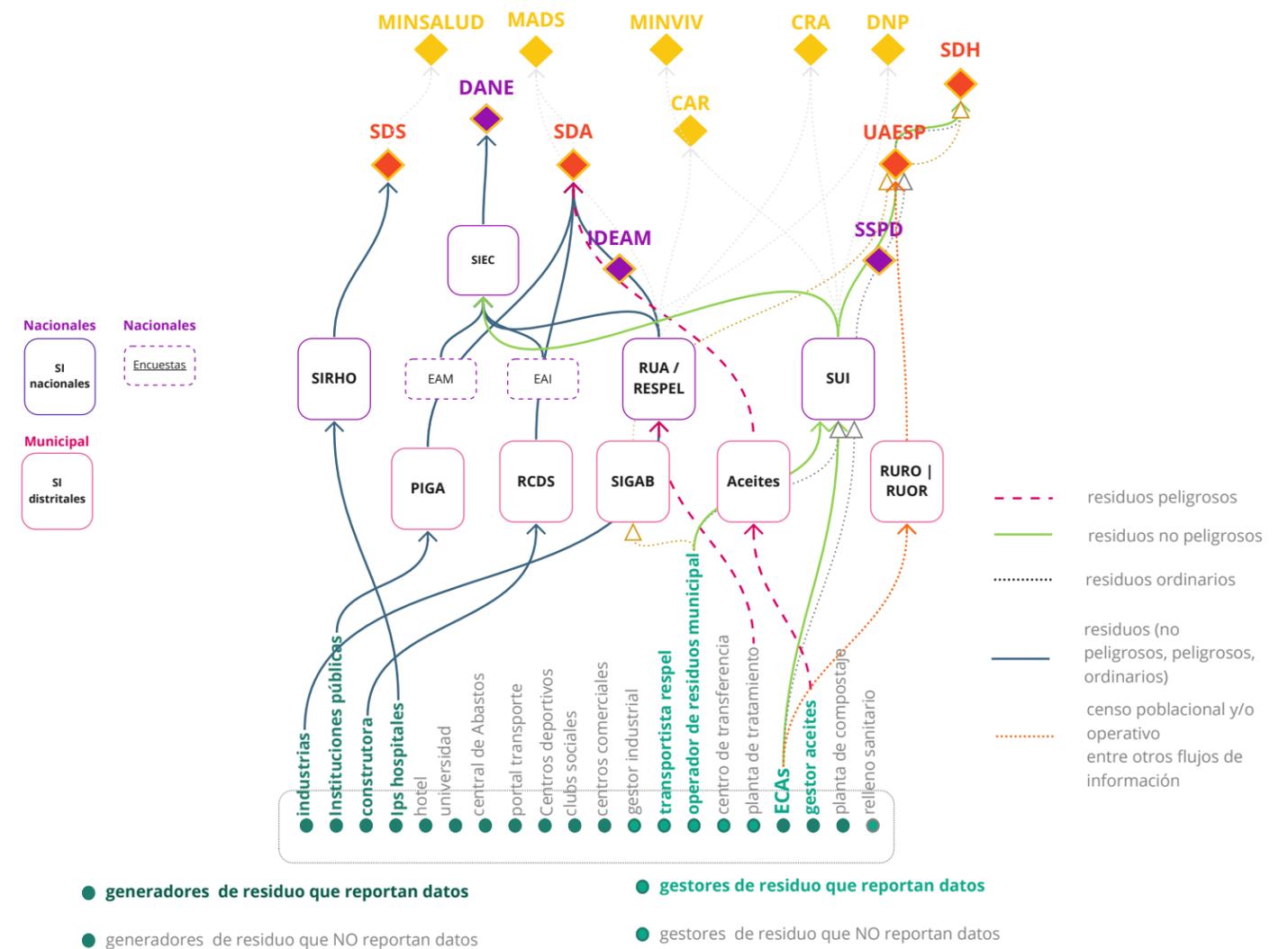
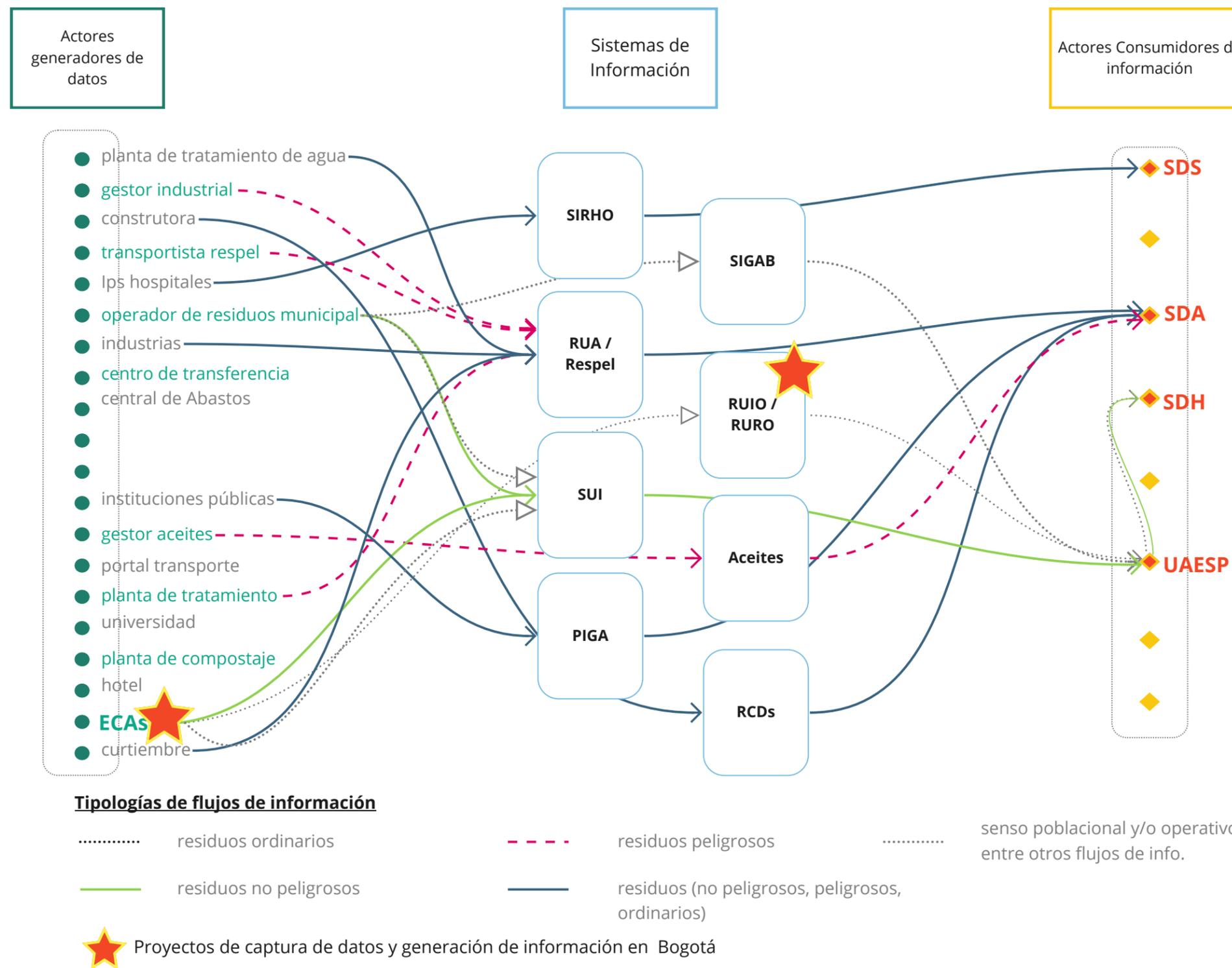


Figura 9: Observación del ecosistema de actores generadores y/o gestores residuos sólidos y los flujos de información asociados.

- Se identificaron tres iniciativas que han venido trabajando para mejorar los SI existentes y/o los niveles de articulación del ecosistema actual completando posibles vacíos de información.
- En la siguiente figura se representan dichas iniciativas



### ECAS - Proyecto de captura de datos en campo.

- Se enfoca en mejorar el nivel de oportunidad en cuanto a la captura y proceso de conciliación de los datos asociados a recolección y posterior entrega a gestión de los materiales en la ECAs.
- Se ha establecido la necesidad de contar con un mecanismo que permita a la UAESP tener un mayor nivel de control de las ECAs para poder verificar a priori los datos que son suministrados por el SUI, y así lograr tener claridad sobre las cantidades de material recolectadas y sus ventas asociadas en ventanas de tiempo semanal o menores.
- Mecanismo de captura de datos digital que promueve el proceso de auto reporte y la posibilidad de un seguimiento, verificación y control más inmediato.

### RUIO / RURO - Proyecto almacén de datos

- Proceso de automatización del flujo de datos en su ciclo de vida, integrando la generación de reporte y analíticas con la captura digital de los datos.

### Posconsumo

- Actualmente no existe un sistema que capture datos crudos de las cantidades y tipos de materiales que vienen siendo recuperados en los programas de post-consumo.
- Este es un proyecto que en el 2020 se prioriza para ser desarrollado en el 2021.

Figura 10: Iniciativas de transformación digital en el ecosistema de residuos sólidos

## 09

# Hallazgos principales de los datos e información en la gestión de residuos de Colombia

Los principales hallazgos que se presentan a continuación son el resultado de la caracterización realizada a partir de la aplicación de los instrumentos y posterior análisis.

1. Disparidad en la taxonomía de los residuos.
  - Cada SI ocupa su propio modelo de residuos.
  - Cada SI captura datos con diversas estructuras (categorías de residuos, unidades de medida).
2. Cada sistema de información presenta diversos niveles de oportunidad, y cada uno captura datos en diferentes frecuencias.
  - Por ejemplo, el RUA captura datos mensuales del año vencido, mientras el SUI captura datos mensuales mes vencido.
3. Cada SI presenta un alto nivel de calidad de forma independiente.
4. La integración de los datos e información existente en cada SI presenta retos de calidad, pues cada SI fue diseñado con objetivos diferentes, para usuarios diferentes con metodologías diferentes, entre otros elementos.
  - El problema se puede expresar de forma sistémica con la famosa frase “El todo no es la suma de las partes”.
5. Dificultad en la integración e interoperabilidad.
  - Los SI no se encuentran diseñados y/o optimizados para lograr integrar de manera ágil los datos que son capturados.

- En algunos casos, sistemas con tecnología y arquitectura que podría estar más actualizada.
- Hay una baja disponibilidad de los SI, pueden estar sin funcionar por varias horas.
- Datos divididos en diversos sistemas.
- Ninguna de los SI hace uso de servicios de Infraestructura en la nube.

6. Observación fragmentada y parcial de los actores del ecosistema y los flujos de residuos.
  - La gestión de los datos por parte de los SI se encuentra optimizada a la observación (necesidades de información) de las prioridades de los actores que administran y/o consumen información.
  - Se identifica que la principal función de los SI es de fiscalización por parte del sector o subsistema que observan.
  - Se omite el flujo de material orgánico en el SUI, que es el SI más importante en el subsistema de residuos ordinarios.

7. Los SI actuales permiten tener una observación parcial sobre el ecosistema de residuos.
  - Actores como los gestores industriales y ciertos generadores no industriales que no están generando datos hacia ningún sistema de información.

8. Se viene explotando los datos a partir del desarrollo de paneles de control que son utilizadas para analizar y visualizar.



## 10

# Requisitos necesarios para la gestión eficiente de datos

Entendiendo que los datos deben ser visualizados como un activo, de tal manera que generen valor a partir de su uso y explotación, la gestión de los datos debe ir más allá de su almacenamiento y dar respuestas efectivas y útiles a necesidades de los diferentes actores del ecosistema de gestión de residuos.

Estas son las capacidades que debe tener un SI integrado en un escenario ideal:

- Generar las capacidades para que los actores generadores de datos puedan capturar y reportar datos actualizados, para su uso por múltiples actores: Gobierno, Empresarios, Emprendedores, Gestores, etc, confiables y disponibles.
- Homogenizar en lo posible la captura de los datos, en donde se de en la misma escala de tiempo por parte de los SI.
- Cada uno de los SI debe iniciar a trabajar en facilitar la integración y la interoperabilidad de su sistema.
- Unificar la taxonomía de cada uno de los SI, debido a que cada uno captura datos que tienen diversas estructuras (categorías de materiales, unidades de medida, frecuencia) dentro otras características que hacen que deban armonizarse y estandarizarse.



- Este aspecto se viene abordando en el diseño del Catálogo Nacional de Residuos (criterio de precisión)

- Generar mecanismos que incentiven el reporte acertado y continuo en los actores que están obligados a enviar datos, para así aumentar el número de registros por organizaciones siendo este un aspecto fundamental identificado en las entrevistas<sup>1</sup> y en las encuestas<sup>2</sup>.
- Garantizar la continuidad de los resultados que genere el sistema, lo que supone contar con un responsable que tenga suficiente reconocimiento en el ecosistema para solicitar mejoras a las fuentes que por alguna razón no pudieran compartir sus datos.
- Adicionar la gestión de los actores y corrientes de materiales y residuos que hoy no son monitoreados al no tener la obligación de enviar datos a algún SI, como lo son los gestores industriales y los transformadores.

<sup>1</sup> En la entrevista de SDA con relación al RUA/Respel se identifica que sólo entre el 1% - 10% de la población obligada reportan y en parte se debe que a no hay incentivos suficientes más allá de la obligatoriedad (Entregable 4.4.).

<sup>2</sup> En los resultados obtenidos por la encuesta web de SI de residuos organizaciones e industria, las organizaciones que envían datos mencionan que hay información enviada a los SI que puede ser de mucha utilidad para su operación diaria (v.gr. los SI den acceso a vistas de seguimiento y control de los datos reportados, contar con un modelo de trabajo que sea amigable con el usuario para el diligenciamiento efectivos, acceder a poder comparar sus resultados con otras empresas del sector, entre otros) (Entregable 4.4)

Está correcta gestión de datos permite materializar un SI integrado que permita el cálculo dinámico del flujo de materiales en una ciudad región, lo que va dar evidencia suficiente para que los tomadores de decisiones identifiquen acciones tales cómo:

- Unificar la imagen de todos los flujos de residuos que son relevantes, desde su generación, pasando por su captación, recolección y transporte, tratamiento y aprovechamiento o disposición final.
- Establecer la magnitud de los flujos de materiales que ingresan, salen o se acumulan en un territorio urbano (v.gr. materiales de construcción, biomasa, alimentos).
- Dado que en algún momento los materiales se convierten en residuos puede aplicarse transversalmente para realizar la contabilidad de todos los residuos generados en un territorio y establecer cuáles son los procesos por los que pasan y sus destinos finales.
- Generar información útil para todos los actores del ecosistema, independiente de su rol debido a que se enfoca en los flujos físicos.
- Reproducir los resultados a través del tiempo.
- Visualizar de manera integral los flujos de materiales permitiendo identificar los flujos de residuos que requieren intervenciones de gestión prioritaria.
- Calcular los indicadores de una manera sistemática, consistente y reproducible para monitorear el avance la implementación de estrategias de gestión de residuos independiente del ecosistema que se esté evaluando.

11

Propuestas conceptuales  
para la articulación de mejora  
sistematica a nivel nacional

La construcción de una propuesta metodológica de integración y armonización de los sistemas de información que gestionan datos de residuos sólidos en Colombia hace uso de los resultados de la revisión documental de la normatividad, de los instrumentos de recolección de fuente primaria y del análisis del mapa de datos. Al integrar todas los resultados se identifica la oportunidad de realizar dos propuestas de integración: una propuesta de integración a partir de los resultados que generan los sistemas de información (SI) encargados de la gestión de datos, y una segunda propuesta de integrar los datos de los generadores primarios de datos (quienes deben reportar a los SI), antes de que estos datos lleguen a los SI. La primera propuesta se denominó “Lago de datos” por la tecnología que se propone para su implementación y la segunda propuesta se denominó “Prisma” haciendo alusión a las propiedades de un prisma para separar fuentes de luz. Las propuestas presentadas son independientes pero no son excluyentes, ver figura 10.

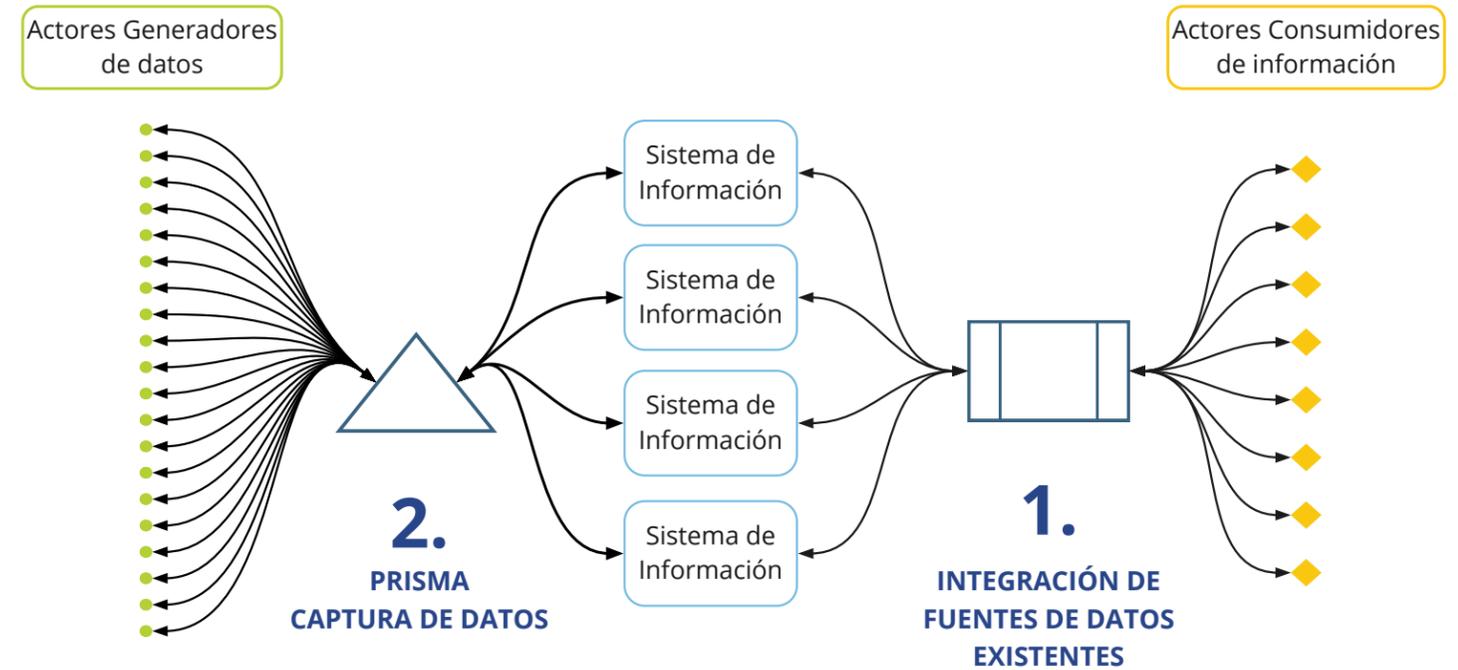
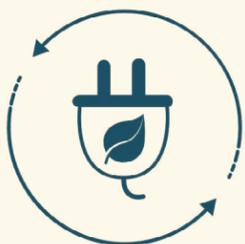


Figura 11. Dos propuesta de integración (independientes pero no excluyentes).

Ambas propuestas han sido formuladas con un propósito general, el que permita habilitar el acceso a información que soporte la toma decisiones basadas en datos, a las diversas instituciones gubernamentales, a los actores del ecosistema generadores de residuos y que sea escalable a los demás actores como pueden ser gestores y comunidad en general. Ambas propuestas se presentan como un proyecto/reto tecnológico para integrar las fuentes de datos existentes enfocados en mejorar la calidad de información a partir de mejorar los niveles de oportunidad sobre los

datos y transferir capacidades para mejorar la resolución en la captura de los datos.

Las propuestas pretenden aportar a consolidar un ecosistema de residuos virtuoso, es decir uno que aporte a la transición hacia la economía circular de una ciudad-región como a su transición en ciudad inteligente mediante el uso eficiente a datos, mientras que los actores generadores de datos se benefician con información que les permita mejorar su desempeño circular.





## »Lago de datos

La propuesta se enfoca en integrar los SI existentes, integrando los datos de cada SI en un mismo repositorio, esto a partir de un despliegue de infraestructura y capacidades tecnológicas. La integración no solo ofrece la posibilidad de centralizar los datos de diferentes SI, sino que habilita el diseño y desarrollo de proyectos de analítica para soportar la toma de decisiones en el sector. La propuesta responde a la necesidad de manejar, procesar y explotar los datos existentes relativos a residuos en los SI nacionales.

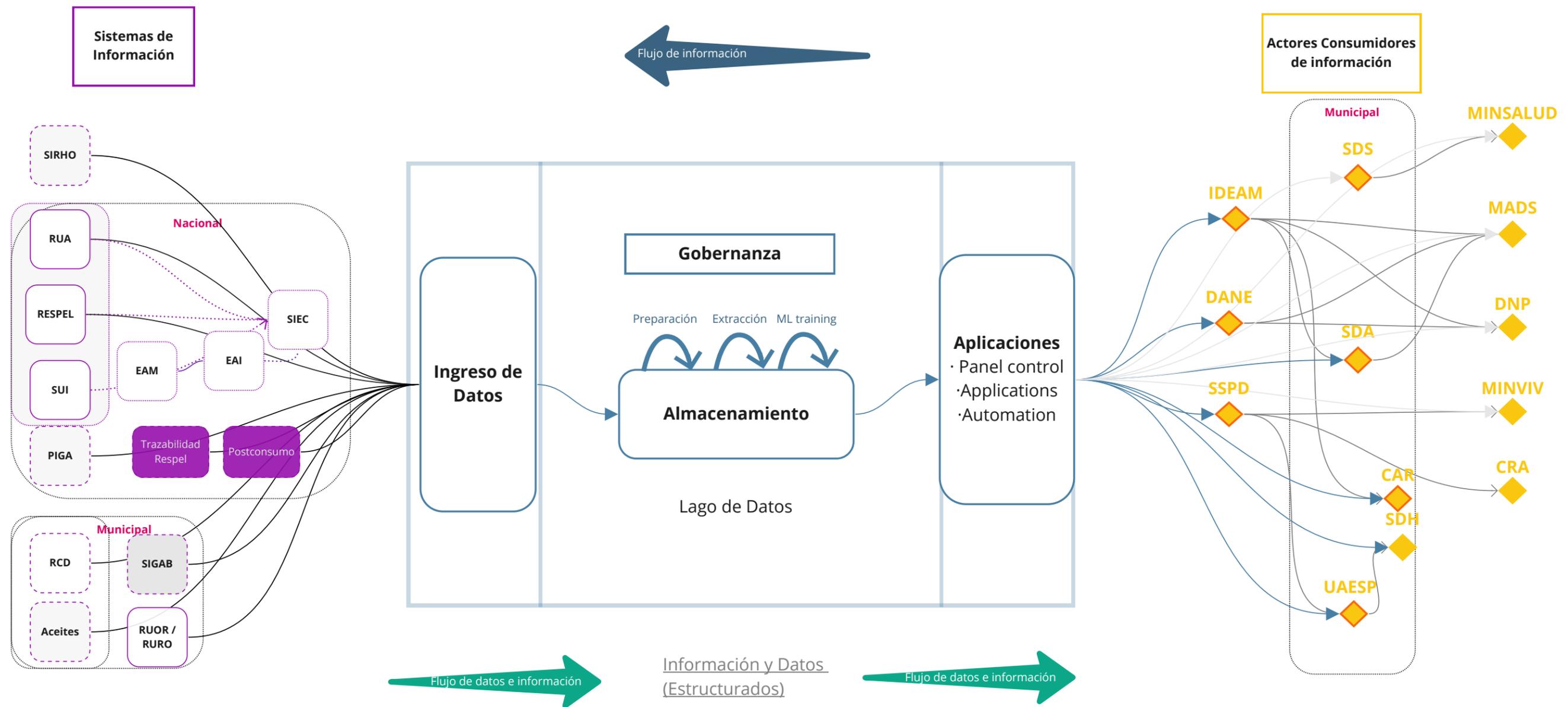
El propósito es hacer uso de los datos e información histórica existentes en los SI, por medio de un lago de datos, traducción del concepto tecnológico llamado en inglés *Data Lake*.

Los lagos de datos son una infraestructura tecnológica que facilita el estudio de múltiples fuentes de datos de cada SI. Esta propuesta se enfoca en articular los SI existentes, a partir de integrar los datos de cada SI en un mismo repositorio, de tal manera que se pueda generar información y

analíticas a partir del uso de los datos existentes y aquellos por capturar. Esto da respuesta a las necesidades de manejar, procesar y explotar los datos existentes relativos a residuos en los SI nacionales y distritales. El propósito principal es hacer uso de los datos e información histórica existentes en todos los SI asociados con flujos de residuos, a partir de su integración por medio de un lago de datos, que es un repositorio de información y datos con estructura no homogénea (ver entregable 4.2). Todos los datos quedan en un mismo lugar, un repositorio de datos.

Esto se permite en cualquiera de los servicios de computación en las nubes hoy existentes. El proceso de integración de datos por medio de lago de datos comprende el proceso de desarrollo de proyectos de analítica de datos, que es el que permite hacer visible la utilidad de los datos a partir de dar respuesta a problemáticas de política pública y evidenciar resultados efectivos.





### »Ventajas

- Permite trabajar con volúmenes gigantescos de datos.
- Habilita el uso de herramientas de Machine Learning (aprendizaje de máquinas)
- Arquitectura flexible y escalable que permite sistemas interconectados.
- Permite:
  - Recolectar datos de fuentes múltiples, a cualquier escala y bajo costo de almacenamiento.
  - Proteger y asegurar todos los datos en un repositorio central.
  - Buscar y encontrar información en el repositorio central.
  - Crear fácilmente nuevos análisis sobre conjuntos de datos ya creados.
  - Consultar datos al definir la estructura de los datos en el momento de uso.

### » Retos y desafíos

- Se debe trabajar con algún proveedor de Infraestructura en la nube para que sea eficiente (Amazon Web Services/Google Cloud Platform /Microsoft Azure/IBM Cloud/Alibaba Cloud).
- Se requiere de personal calificado para trabajar dentro de un lago de datos.
- Se requiere una alta capacidad organizacional.
- Riesgo de pérdida de información al agregar, agrupar o realizar análisis con datos de las diversas SI, debido a que no se comparte la sintaxis "categorías de materiales" y tampoco la frecuencia con la que son capturados datos (v.gr. SIRHO mensual y RUA mensual año vencido)

Figura 12: Arquitectura del lago de datos

## » Prisma captura de datos

Esta propuesta se anticipa a los retos de estandarización, comparabilidad y fragmentación de la observación del ecosistema. La propuesta se basa en el diseño o implementación de una tecnología de captura de datos en la fuente inicial, es decir cuando se genera el dato y no después de su integración en un SI público. Esta propuesta aporta indirectamente a mejorar los procesos de captura, recopilación y trazabilidad de los datos, lo que deriva en aumentar la calidad de los análisis e información generada. La propuesta es una solución tecnológica que habilite a los generadores y gestores de residuos a capturar datos con un mayor nivel de resolución tanto material, espacial como temporal.

El prisma permitiría que los actores que generan datos dentro del ecosistema dispongan de una herramienta tecnológica con altos niveles de disponibilidad<sup>3</sup> y escalabilidad<sup>4</sup>, que los asista<sup>5</sup> durante

3 Disponibilidad: Es el porcentaje de tiempo que un sistema está disponible en una ventana de tiempo.

4 Escalabilidad: Se refiere a la capacidad de expandirse de un componente en base a su carga.

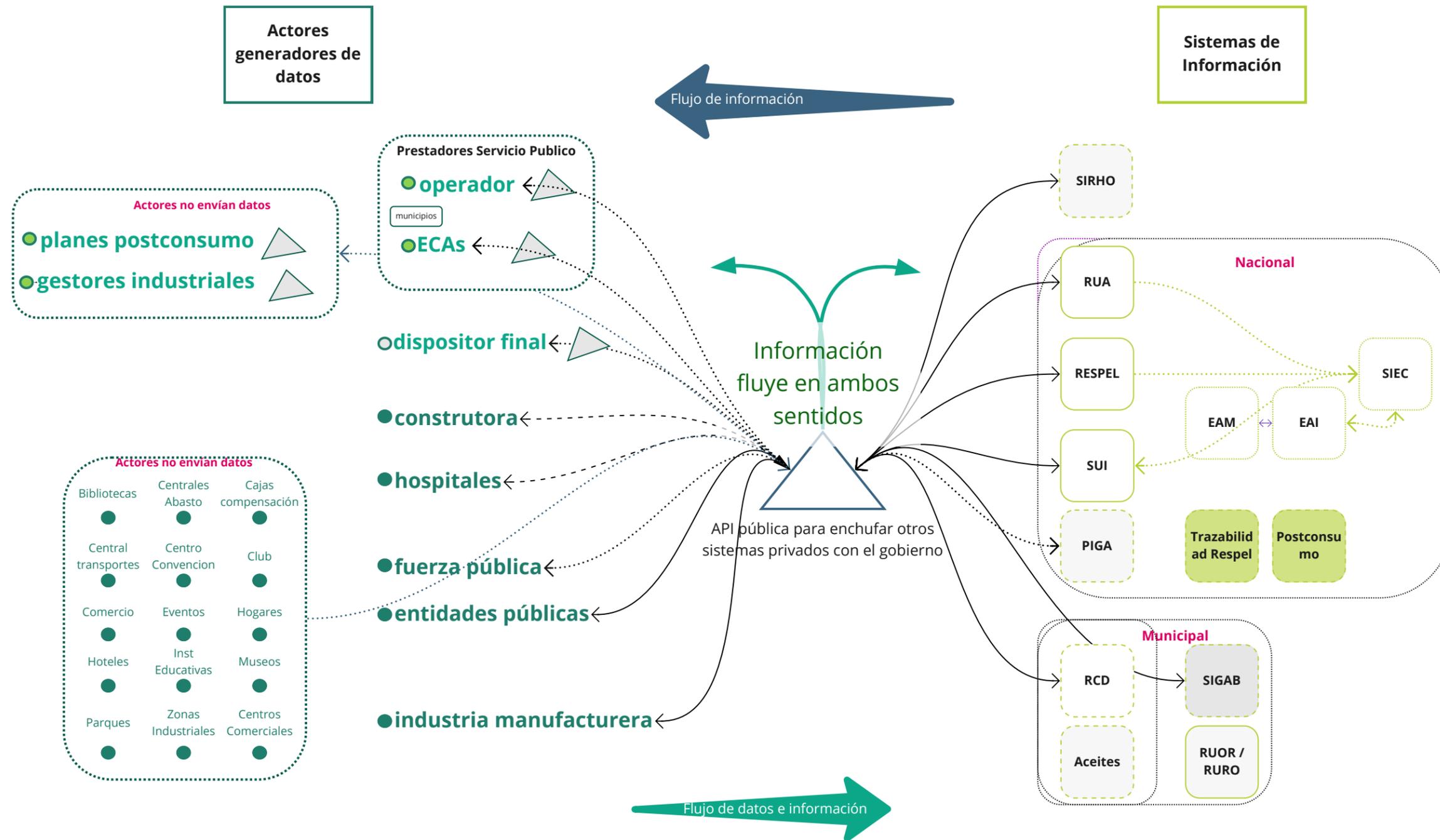
5 Uno de los hallazgos más interesantes en las encuestas es que los usuarios de los que reportan a los SI siempre buscan que sea una plataforma amigable, reducir la cantidad de documentos o archivos a cargar, tener documentos actualizados de normas o resoluciones de qué se debe reportar. Adicional a esto mencionan la necesidad de poder acceder a un equipo de soporte al usuario y que el uso de la plataforma sea sencillo.



el proceso de captura de datos, análisis y reportes hacia sus grupos de interés, entre estos a las entidades a las que tienen obligados a reportar. El propósito del Prisma es mejorar la calidad de la información (ver análisis del mapa de datos) desde la captura de los datos con altos los criterios de accesibilidad, oportunidad y transparencia.

Esta propuesta habilita varias oportunidades:

- Capturar y procesar datos, y disponer información.
- Genera analíticas y reportes hacia los grupos de interés, entre estos las entidades a las que las organizaciones tienen obligaciones de reportar.
- Incentiva el reporte pues hay beneficios claros para quien reportar: informes de gestión, indicadores de desempeño, datos para proyectos de analítica.
- Presenta un enfoque de abajo hacia arriba, en donde las organizaciones generadoras de datos son actores activos en la gestión de los datos que generan y permite un reporte oportuno a los SI a los que por ley están obligados a reportar.



### Ventajas

- Incentiva el reporte oportuno y veráz.
- Asegura la calidad de la información desde la fuente de generación.
- Automatiza el proceso de reporte a los diferentes SI.

### Requerimientos

- Contar con la infraestructura para la escalabilidad.
- Contar con personal calificado.
- Capacidad de articulación.

Figura 13: Arquitectura del prisma para captura de datos

## 12

## Propuestas metodológicas de estandarización y armonización desde el laboratorio de datos para la circularidad en Bogotá

**P**ara tener una observación integral de los flujos de materiales y de residuos se debe predecir la captura de datos en cadenas de valor asociadas con flujos de materiales y residuos prioritarios. La priorización de actores, que sean los adoptadores tempranos del prisma, y tengan un rol de organizaciones ancla, será vital para asegurar el efecto multiplicador en el resto de los actores que quieran hacer uso de esta herramienta.

El laboratorio de datos para la circularidad en la ciudad-región contempla un piloto en el que las organizaciones que reportan consuman y/o fiscalicen, adopten la solución tecnológica denominada como el prisma. Esta propuesta se anticipa a los retos de estandarización, comparabilidad y fragmentación de la observación del ecosistema.

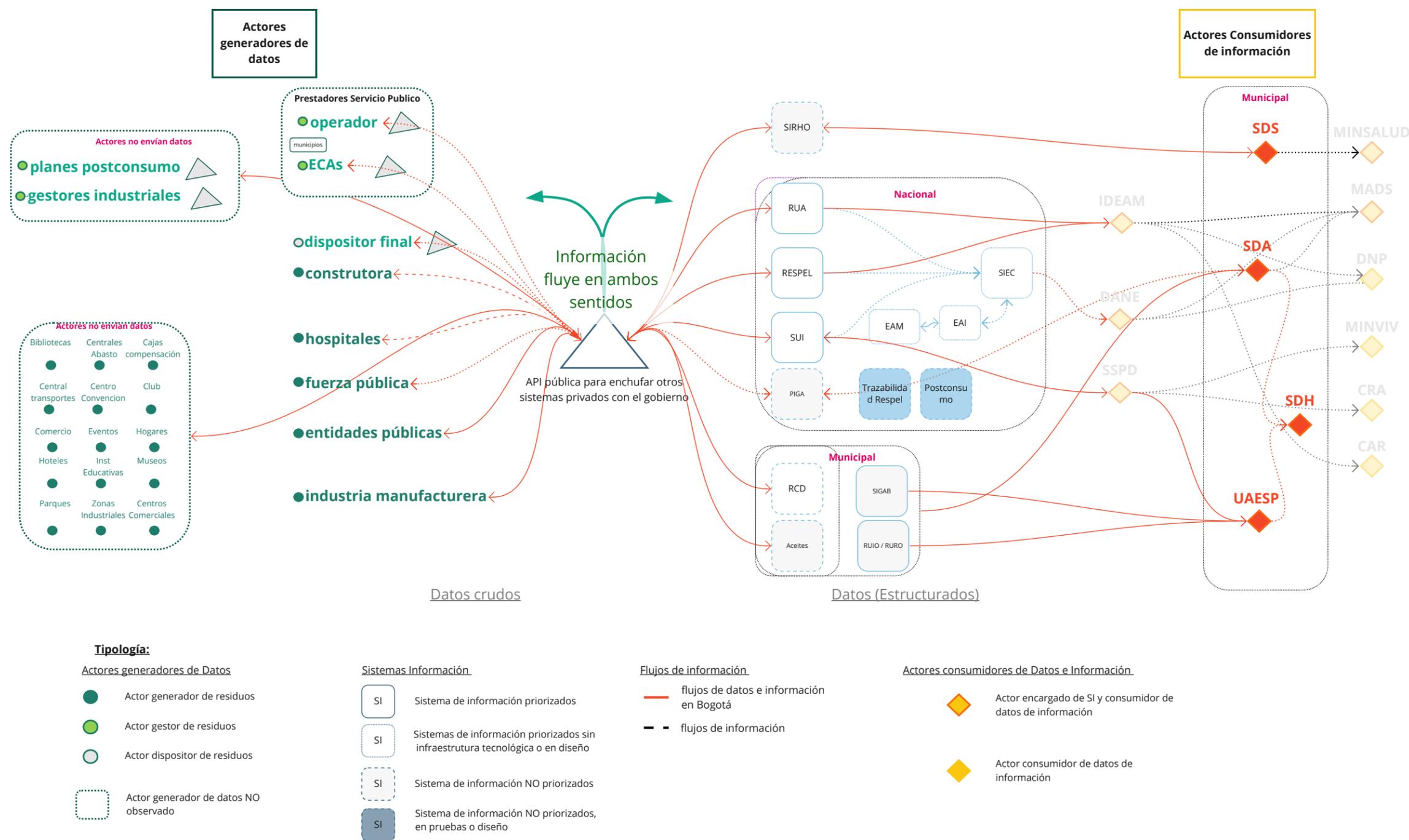
Este laboratorio tiene el propósito de habilitar el acceso a datos con mayores niveles de granularidad (mejorar la frecuencia en la captura de datos, homologación de categorías), y mayores niveles de cobertura al permitir entrar a observar más actores que generan y gestionan datos en la ciudad que hoy en día no son reportados a ningún SI. Con cada una de las entidades consumidoras

de datos (SDA, SDH, SDS y UAESP) se debe generar un proceso de exploración de analíticas y reportes (v.gr paneles de control o entrega de fuente de datos en caso de tener equipo humano para desarrollar analíticas como es el caso del a UAESP), en donde se identifican las oportunidades de diseño analíticas a aplicar para dar cumplimiento a necesidades misionales. Se define el propósito comunicacional al igual que las audiencias objetivo para así entrar a diseñar el reporte e iterar con la entidad ante entrar a desarrollarlo y desplegarlo al público.

Este laboratorio de datos para la circularidad en la ciudad-región es una propuesta de mejora sistémica, y se conoce como el prisma. Mejora los procesos de captura, recopilación y evaluación de los datos, lo que deriva en aumentar la calidad de los análisis e información disponible, específicamente para la ciudad de Bogotá ya que esta solución es completamente escalable.

- A partir del esquema de flujos de residuos en Bogotá, se construye el siguiente diagrama (figura 12) donde es posible visualizar el lugar que ocuparía el prisma y cómo esta solución pretende incentivar a los actores que actualmente no reportan datos a ser incluidos en el reporte y ser parte de las analíticas para obtener resultados más confiables.





En el proceso de adopción del Prisma por parte de los actores generadores de residuos sólidos y, por ende generadores de datos, se fortalecen las capacidades operacionales:

- La transformación digital de su proceso de captura y procesamiento de datos asociados a su generación y gestión de residuos.
- Aumenta la productividad a partir de la eficiencia operacional dentro de las empresas, automatizando procesos y habilitando el acceso a información para tomar decisiones basadas en datos respecto al rendimiento circular de su operación.
- Aumenta la competitividad por medio de la conexión entre industrias, instituciones, grandes superficies, centros logísticos con sus cadenas de suministros, gestores industriales, transformadores y consumidores de material secundario.
- Aumenta la colaboración al construir redes colaborativas a través de múltiples sectores económicos para aumentar la competitividad, en donde los residuos de un actor (organización, institución) se transformen en los recursos de otro llegando a un escenario de economía circular.

Figura 14: Arquitectura del prisma para captura de datos para Bogotá

En la tabla 2 se presenta una descripción de la implementación de las propuestas por cada una de las instituciones distritales relacionadas anteriormente, esta permite observar las actividades generales por desarrollar desde cada institución.

Entidad	Implementación por Institución distrital
Secretaría de Hábitat	En el caso de esta entidad que consume datos de la UAESP, se debe entrar a definir el alcance de nuevos análisis y paneles de control que permitan cumplir con su propósito de integrar política pública desde los servicios públicos, siendo este un ejercicio de diseño y desarrollo de proyecto de analítica de datos (ver Entregable 4.3) a partir de los datos capturados por el prisma.
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos	La implementación se daría a partir de acompañamientos para la debida parametrización y adopción por parte de las ECA en el uso del prisma, permitiendo capturar datos asociados: al origen del material, recolector que entrega, destino, tipo y cantidad. De esta manera con la información se desarrolla un panel de control a cada ECA y una fuente de datos a disposición de la UAESP para que la utilice y diseñe de manera autónoma los reportes, también se puede dar acompañamiento para este ejercicio de ser necesario.
Secretaría Distrital de Ambiente	La implementación en el sector manufacturero y de construcción se debe hacer a partir de un acompañamiento para la debida parametrización y adopción por parte de los actores generadores de datos. Esto se puede hacer en una primera versión con las empresas que forman parte del Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD) y el proyecto de responsabilidad empresarial y sostenibilidad (PROREDES). Con esta información se puede generar un panel de control a cada generador de datos, con información descriptiva de su generación, información económica asociada a la gestión de residuos e información relevante de cómo su gestión se compara con el resto del ecosistema, con el fin de identificar buenas prácticas que otros actores generadores estén llevando a cabo y permitan mejorar la competitividad de las organizaciones. Con la información recolectada se puede diseñar otro panel de control para la SDA el cual integre la información de todos los generadores de datos para así tener una visión integral del ecosistema.
Secretaría de Salud	Para los actores como las IPS y centros médicos que reportan al SIRHO, se debe hacer el mismo proceso descrito anteriormente (Proceso SDA).
Alta Consejería Distrital para las TIC	Esta institución distrital debe coordinar el resto de actores debido a que es la que gestiona la agenda de "Transformación Verde", la cual incluye las "Tecnologías para la gestión de residuos sólidos", que tiene el mandato de diseñar e implementar un sistema sostenible de gestión de residuos sólidos a través del aprovechamiento y la valorización, mediante el uso de las TIC y de procesos de innovación.

Tabla 2: Beneficios de las propuestas para cada entidad distrital (elaboración propia)

A continuación, se presenta una hoja de ruta que permitiría implementar un piloto con la solución del prisma. Esta hoja de ruta se basa en cuatro (4) etapas principales:

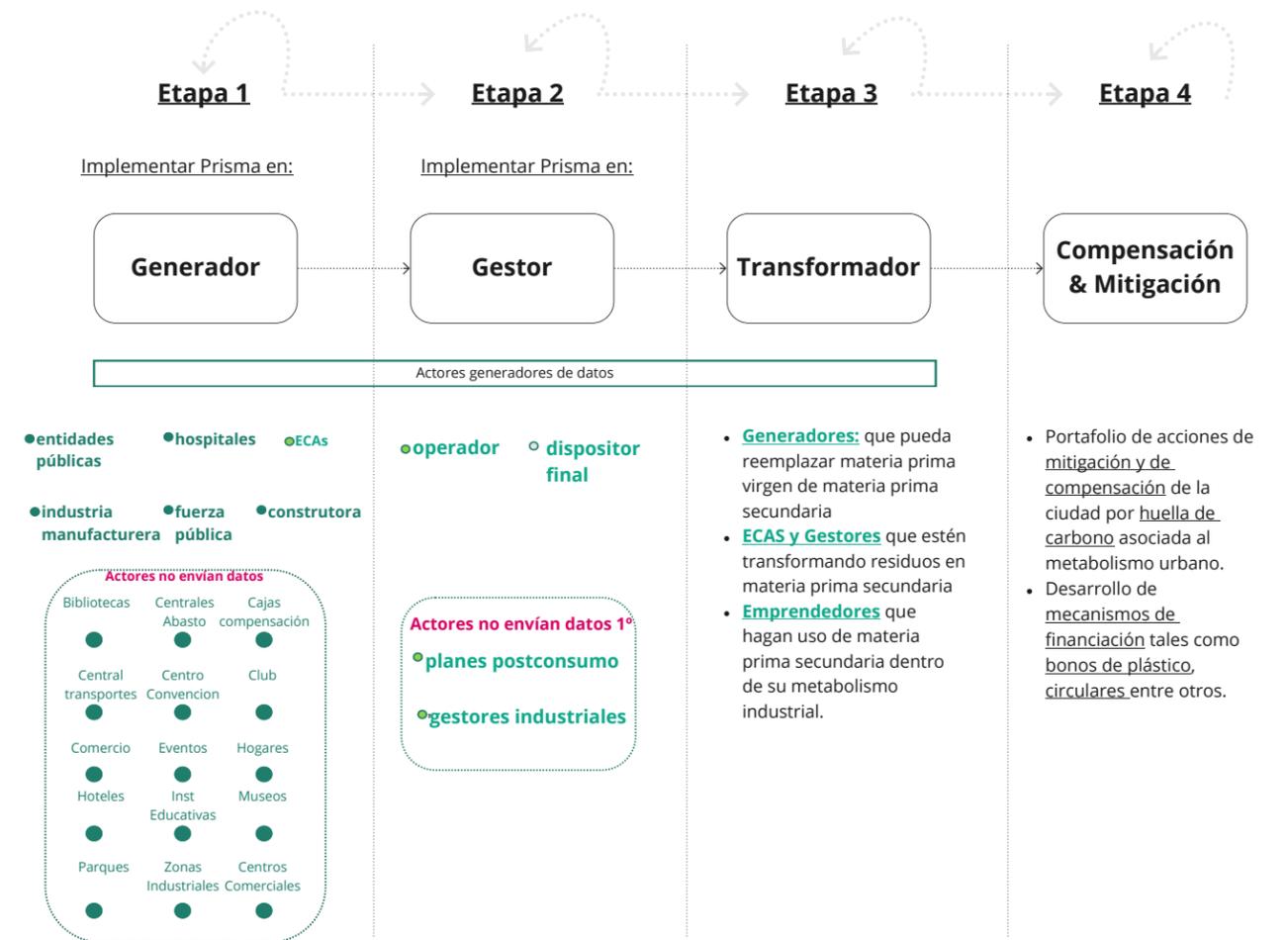


Figura 15: Hoja de ruta para el piloto de la solución del prisma

## Etapa 1: Implementar prisma en generadores

La primera etapa se enfoca en proveer la asistencia técnica en temas de transformación digital a los actores que generan datos primarios por medio del consumo de materia prima y bienes, y la respectiva generación y gestión de residuos, materiales y/o subproductos.

- El despliegue del prisma se enfocaría en capturar datos de actores que envíen estos hacia los SI: RUA, SHIRO, PIGA, SIGAB, RURO, RUOR y el SUI en el caso de ECA (Figura 7).

### PRISMA CAPTURA DE DATOS Implementación en Generadores de residuos

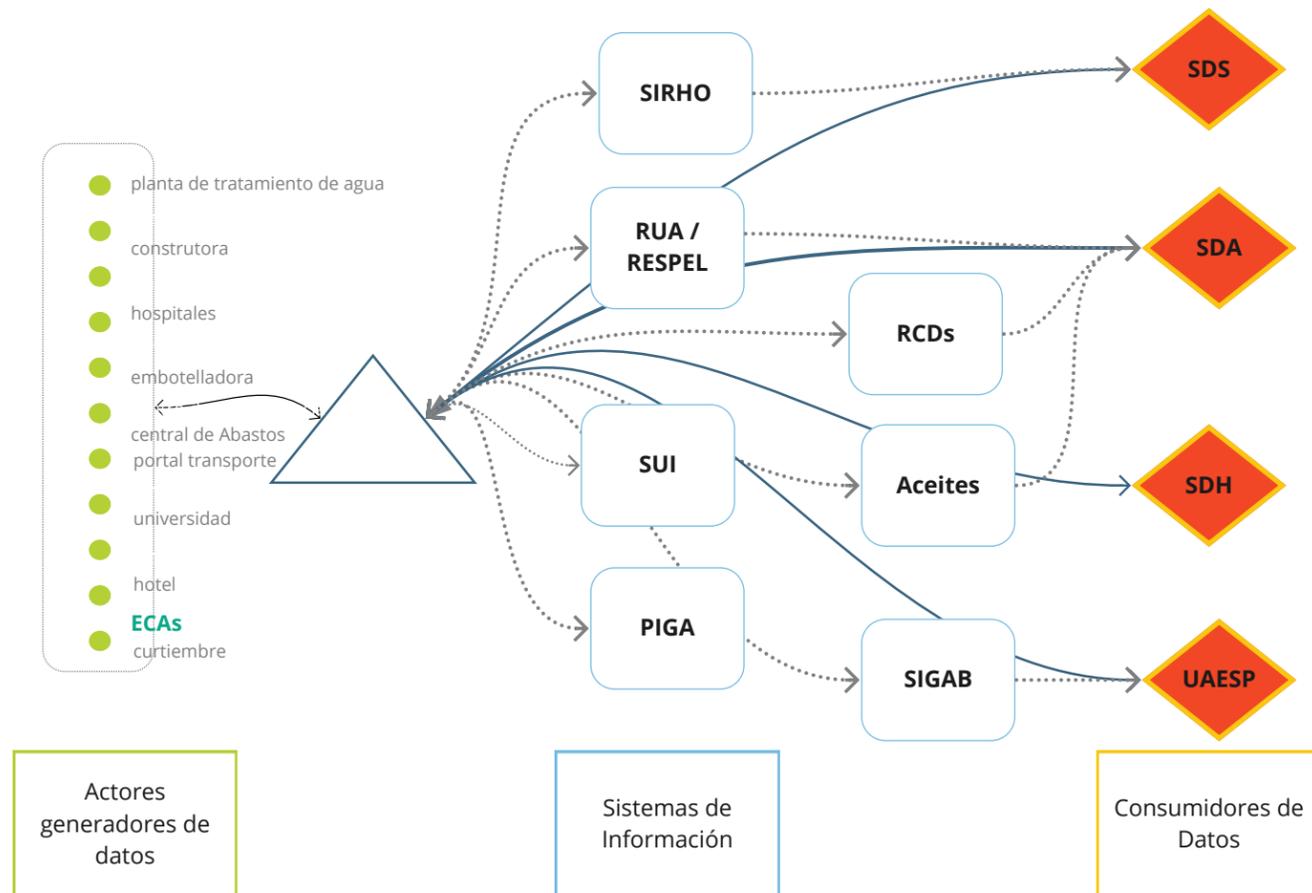


Figura 16: Prisma de captura de datos - implementación generados de residuos.

- Objetivo: Capturar datos estructurados por medio del prisma
- Resultado: Transformación digital del proceso de captura y automatización de la generación de indicadores económicos, de generación y gestión.

## Etapa 2: Implementar prisma en gestores:

Como en la primera etapa, se enfoca en la transformación digital para la captura de datos pero para los gestores de residuos sólidos. Es importante trabajar en la unificación del catálogo de procesos de gestión de residuos según el tipo de proceso o tratamiento por material o residuos disponibles en la ciudad-región.

### PRISMA CAPTURA DE DATOS Implementación en Gestores de Residuos

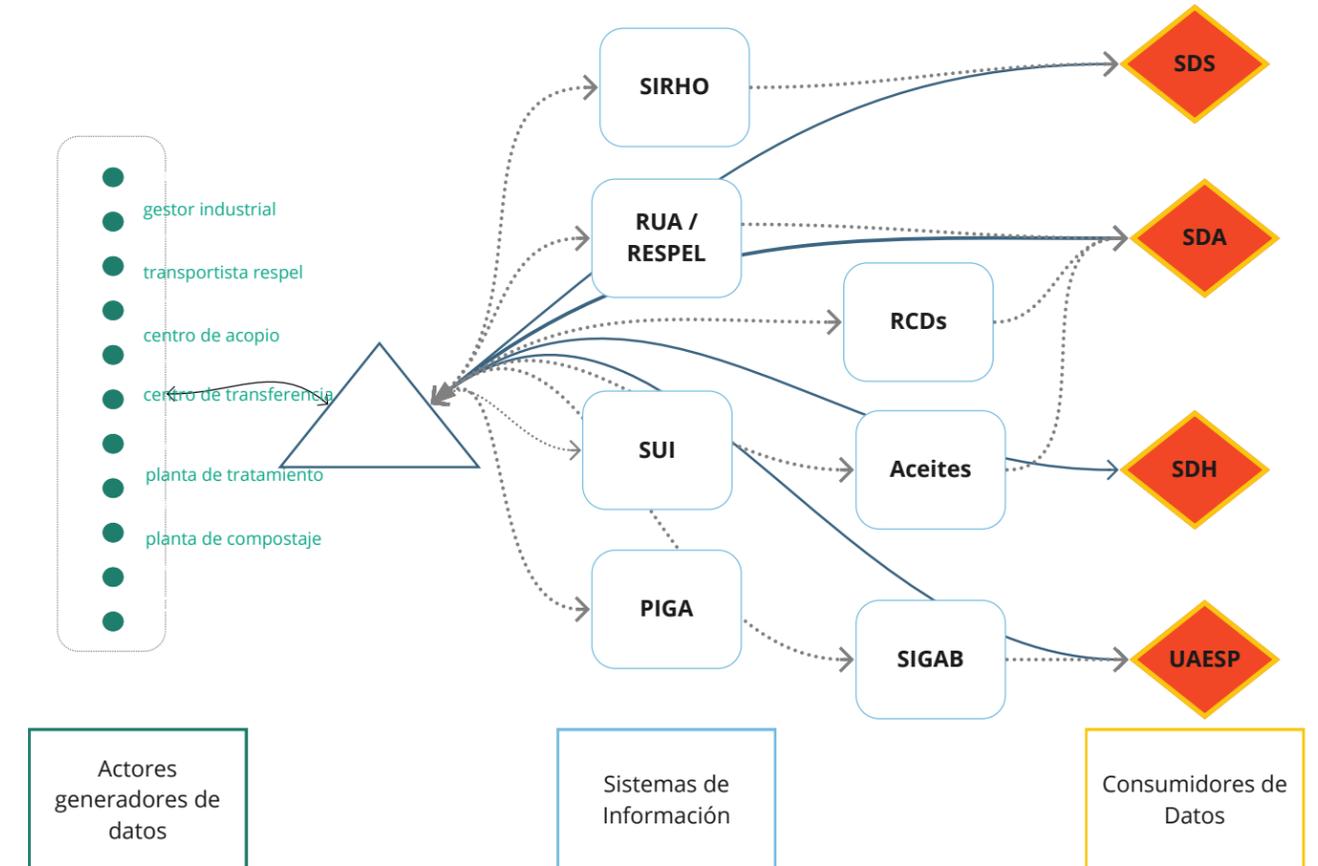


Figura 17: Prisma de captura de datos - implementación gestores de residuos

- Objetivo: Capturar datos estructurados sobre la gestión de residuos, asociados a los generadores.
- Resultado: Transformación digital del proceso de captura y automatización de la gestión de residuos sólidos.

### Etapa 3: Transformador:

Esta etapa está enfocada en identificar y consolidar sinergias a través del despliegue de analíticas de datos por actor digitalizado, e identificar oportunidades para reemplazar el uso de materia prima virgen por materia prima secundaria.

- Objetivo: Identificar sinergias entre actores e identificación de circularidad en los materiales de la cadena productiva.
- Resultado: Mapeo de las cadenas de valor identificando a los potenciales transformadores.



### Etapa 4: Compensación y mitigación:

La cuarta y última etapa se enfoca en desarrollar el cálculo de huella de carbono asociada al ecosistema de residuos en cada uno de los eslabones de red de valor, con el propósito de diseñar un plan de mitigación y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

- Objetivo: Generar reportes actualizados sobre las emisiones de gases efecto invernadero y sus posibles mitigaciones.
- Resultado: Identificación de acciones sectoriales de mitigación y compensación.

## ANEXO. Fuentes de información primaria

Tabla 1: Entrevistas realizadas a las entidades que administran un sistema de información

Entidad entrevistada	Sistema de información indagado en la entrevista
ANLA	VITAL
DANE	Encuesta ambiental (EA), Encuesta anual manufacturera (EAM), Sistema de información de la Economía Circular (SIEC), Cuenta satélite ambiental (CSA)
DIAN	MUISCA
IDEAM	RUA - RESPEL
SUPERSERVICIOS	SUI
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE	RCDs
UAESP	RURO / RUOR / SIGAB
MADS	SIAC / Sistema Trazabilidad posconsumo (planes desarrollo 2021)
CAR	ASOCAR
VUCE	MinCit

Tabla 2: Entrevistas realizadas a las entidades que utilizan datos de los SI

Entidad entrevistada	Sistema de información indagado en la entrevista
MADS	RUA - RESPEL
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE	RUA
MinVivienda	SUI

Tabla 3: Entrevistas o reuniones con grupos de interés

Entidad entrevistada	Objeto de la reunión
DataPop Alliance	Estrategia de Big Data para Colombia
Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)	Entender - Sistema de Información para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Valle de Aburrá que fue desarrollado AMVA en el marco del Convenio 1114 de 2016 con ACODAL.

Tabla 4: Cuadro resumen de los talleres realizados

Objeto del taller	Entidad(es) participante(s)
Taller de alineación	GIZ
Taller de indicadores & roles	GIZ
Taller de expansión	GIZ
Taller de entendimiento y profundización	GIZ, UAESP
Taller de socialización	GIZ y contrapartes

Tabla 5: Entidades que respondieron al formulario del perfil del sistema de información

Entidad entrevistada	Sistema de información indagado en la entrevista
ANLA	VITAL
IDEAM	RUA - RESPEL
SUPERSERVICIOS	SUI

Tabla 6: Entidades que respondieron a la encuesta del ciclo de vida de los datos

Entidad	Sistema de información asociado en encuesta
ANLA	VITAL, Ágil y datos abiertos
IDEAM	Registro de generadores de residuos peligrosos
Secretaría Distrital de Ambiente	Registro Único Ambiental - RUA
Ministerio de Vivienda, Comercio y Territorio	No administran un SI, pero utilizan los datos del Sistema Único de Información - SUI
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Sistema Único de Información - SUI
DANE	Encuesta Ambiental Industrial
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	App Móvil de posconsumo y registro de generadores de residuos peligrosos

Tabla 7: Fichas encuesta a actores generadores de información

Objetivo	La encuesta web de las organizaciones e industria colombiana se realizó con el objetivo de obtener información sobre los actores generadores y consumidores de datos de los SI; esto es sobre los actores que utilizan y reportan a los SI, pero que no están relacionados con su administración.
Perfil de los encuestados	Generadores de datos: industria y organizaciones que reportan datos a diferentes SI  Consumidores de datos: industria y organizaciones que utilizan datos de los diferentes SI  *Aplica a cualquier establecimiento comercial, sin importar el tamaño o actividad económica.
Tamaño de la muestra	Total de organizaciones que contestaron la encuesta: 245
Canales de difusión de la encuesta	Correo electrónico, LinkedIn & Whatsapp.
Técnica de recolección	Encuesta virtual desarrollada en la plataforma SurveyMonkey
Tasa de respuesta	Indeterminada.

Objetivo	La encuesta web sobre el reporte al sistema único de información (SUI) por parte de los prestadores del servicio público de aseo cuenta con preguntas generales sobre la usabilidad y el reporte desde dichas organizaciones hacia el SUI. Esto es sobre los actores que reportan y, en algunos casos, dan uso a datos del SUI, pero que no están relacionados con su administración.
Perfil de los encuestados	Empresas públicas de aseo, seleccionadas a través de la base de datos disponible públicamente en la página del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios y comprende a las organizaciones registradas; es decir a todos los prestadores de todas las actividades del servicio público de aseo registradas en la SSPD, incluyendo el manejo de residuos ordinarios y aprovechables. Además, abarca a todas las entidades prestadoras de servicio público, según lo establecido en el artículo 15 de la ley 142 de 1994.
Tamaño de la muestra	Total de organizaciones que contestaron la encuesta: 179
Canales de difusión de la encuesta	Correo electrónico.
Técnica de recolección	Encuesta virtual desarrollada en la plataforma SurveyMonkey
Tasa de respuesta	19,4%

Objetivo	La encuesta web sobre las estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA) y su respectivo reporte al sistema único de información (SUI). Cuenta con preguntas generales sobre el estado de formalización, la usabilidad y el reporte desde dichas organizaciones hacia el SUI.
Perfil de los encuestados	Empresas públicas de aseo, seleccionadas a través de la base de datos disponible públicamente en la página del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios y comprende a las organizaciones registradas; es decir a todos los prestadores de todas las actividades del servicio público de aseo registradas en la SSPD, incluyendo el manejo de residuos ordinarios y aprovechables. Además, abarca a todas las entidades prestadoras de servicio público, según lo establecido en el artículo 15 de la ley 142 de 1994.
Tamaño de la muestra	Total de organizaciones que contestaron la encuesta: 30
Canales de difusión de la encuesta	Correo electrónico.
Técnica de recolección	Encuesta virtual desarrollada en la plataforma SurveyMonkey
Tasa de respuesta	5%