



Modelos

PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y OPERACIONES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS

KPMG



Implementado por

giz



Propuesta para la integración e interoperabilidad de sistemas de información y operaciones estadísticas sobre residuos sólidos

Apoyado por

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Programa de GIZ Colombia

Programa Empleos Verdes en la Economía Circular (PREVEC)

Sarah Hirsch, Coordinadora PREVEC

Calle 125 No.19-24, oficina 701, Bogotá, Colombia

Autores

Dora Lucía Arismendi Roys
Marcela Díaz Jaramillo
Laura Jimena Cuéllar Sabogal
Andrea Paola Ochoa Mariño
Lina María Ávila Castro
Manuel Felipe Arciniegas
Daniel Nieto Quintero
Laura Dahiana Baena Gonzalez
Adriana Gómez Unda
Gloria Sanclemente
Andrés Felipe Ortiz

Revisión equipo PREVEC

Santiago Andrés Velásquez García,
Asesor Programa Empleos Verdes en la Economía Circular (PREVEC)

Ana Karina Quintero Morales,
Asesora Programa Empleos Verdes en la Economía Circular (PREVEC)

Diseño y diagramación

.Puntoaparte
Editores

.PUNTOAPARTE EDITORES

www.puntoaparte.com.co

Dirección editorial
Andrés Barragán

Revisión editorial
Juan Mikán
Andrés Hernández

Dirección de arte

Jeisson Reyes

Diseño y diagramación

Luisa Monroy

Por encargo del

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. Esta publicación ha sido apoyada por el Programa Empleos Verdes en la Economía Circular (PREVEC), que es implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y sus contrapartes colombianas, por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Las ideas vertidas en el texto son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen la línea institucional de la GIZ.

Se autoriza la reproducción total del presente documento, sin fines comerciales, citando adecuadamente la fuente.



ÍNDICE

Introducción

Pág. 5

Objetivo

Pág. 5

1. Desarrollo metodológico de la propuesta de integración e interoperabilidad

Pág. 6

MARCO LEGAL 7

A. Referentes internacionales y nacionales 7

B. Referentes asociados a sistemas de información 10

C. Articulación de instituciones y responsabilidades en la gestión de la información 12

D. Referentes para la interoperabilidad 19

DESARROLLO CONCEPTUAL 21

A. Contexto nacional e internacional del marco conceptual 21

B. Metodología desarrollada para la estandarización conceptual..... 23

C. Propuesta de conceptos definitivos 27

DESARROLLO TÉCNICO 32

A. Detección y análisis de requerimientos para la producción de información estadística 32

B. Análisis de capacidad instalada y limitaciones de infraestructura de los sistemas de información 42

C. Análisis sobre la caracterización de OOOE, SI, registros y encuestas 46

D. Evaluación de integración e interoperabilidad de los SI 51

2. Aplicación de metodologías ágiles

Pág. 54

3. Análisis financiero

Pág. 57

Bibliografía 64



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Intercambio bilateral	52
Ilustración 2. Intercambio de puerta	52
Ilustración 3. Intercambio para compartir datos	53
Ilustración 4. Arquitectura base: integración empresarial con colas y eventos Azure	59

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Articulación de actores en la gestión de los residuos sólidos	13
Diagrama 2. Diagrama del marco conceptual de las estadísticas sobre residuos propuesto por la UNECE	22
Diagrama 3. Estructura de GEI del sector desechos	31
Diagrama 4. Ecosistema de fuentes de información identificadas para los residuos sólidos en Colombia	40
Diagrama 5. Flujo de información general del proceso estadístico	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Referentes internacionales para la estandarización de estadísticas	7
Tabla 2. Referentes nacionales para la estandarización de estadísticas	9
Tabla 3. Referentes para la transmisión de la información	9
Tabla 4. Referentes para la transmisión de la información	10
Tabla 5. Instituciones con funciones y responsabilidad en la gestión de residuos sólidos	14
Tabla 6. Instituciones con funciones y responsabilidad en la gestión del cambio climático	17
Tabla 7. Mecanismos de articulación institucional	18
Tabla 8. Referentes nacionales e internacionales	24
Tabla 9. Análisis de referentes por concepto	25
Tabla 10. Propuesta final de estandarización de conceptos	27

Tabla 11. Conceptos GEI del sector residuos	29
Tabla 12. Tipos de actores relacionados con las estadísticas de residuos en Colombia	34
Tabla 13. Oferta de información sobre residuos sólidos identificadas en Colombia	36
Tabla 14. Características de infraestructura para los sistemas de información	44
Tabla 15. Nuevo valor de la administración social, POS, con reportería para la industria	48
Tabla 16. Aplicación de metodología Scrum	56
Tabla 17. Costo mensual por año de la implementación en el proyecto tipo	60
Tabla 18. Proyección de inversión a cinco años en la implementación en el proyecto tipo	61
Tabla 19. Costos de los roles principales	61
Tabla 20. Costos de roles específicos	62



INTRODUCCIÓN

La interoperabilidad de sistemas de información es esencial para lograr un manejo adecuado de los residuos sólidos y gases de efecto invernadero (GEI) del sector de residuos sólidos en Colombia. Por lo tanto, la integración de los diferentes sistemas de información existentes en el Sistema Estadístico Nacional (SEN) y en sistemas complementarios permite tener una visión completa del inventario de variables, datos e información relacionada a la temática. Esto resulta importante para la toma de decisiones y la implementación de estrategias eficaces para reducir las emisiones de gases generadas por el sector, al igual que para mejorar la gestión de los residuos.

El objetivo de este documento es desarrollar una propuesta técnica, metodológica, conceptual, legal y financiera para la integración e interoperabilidad de los sistemas de información relacionados con los residuos sólidos y gases de efecto invernadero en Colombia. La propuesta parte de un análisis exhaustivo de las especificaciones técnicas existentes en el SEN y los demás sistemas complementarios, y tiene en cuenta aspectos legales y financieros para garantizar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

La interoperabilidad de sistemas de información tiene varios desafíos debido a la creciente complejidad de los sistemas y la necesidad de compartir información en tiempo real entre diferentes actores. Por lo mismo, la armonización normativa de conceptos, clasificaciones y definiciones permitirá una comparabilidad de datos a nivel municipal, territorial e internacional. Aunque existe dispersión en el país sobre esta armonización, se están realizando esfuerzos para mejo-

rar la generación de información estadística con base en estándares de calidad y lenguajes que contribuyen a la interoperabilidad, impulsados principalmente por el SEN y los lineamientos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés). Además, se busca utilizar mecanismos para reducir discrepancias en los conceptos y sentar las bases para la construcción de estadísticas de residuos.

Por otro lado, la metodología ágil Scrum puede llegar a ser efectiva para abordar los desafíos de la interoperabilidad, ya que promueve una colaboración constante entre los miembros del equipo, un enfoque en la entrega incremental y una visibilidad constante del progreso del proyecto. Con esto se tiene como objetivo presentar una guía que brinde herramientas para usar la metodología en un proyecto de interoperabilidad de sistemas de información de residuos sólidos y gases de efecto invernadero en Colombia.

OBJETIVO

Desarrollar una propuesta técnica, metodológica, conceptual, legal y financiera para la integración e interoperabilidad de sistemas de información, incluyendo todas las especificaciones técnicas existentes en el SEN y los sistemas de información que complementan el inventario de variables, datos e información relativa a residuos sólidos y gases de efecto invernadero (GEI) en Colombia, facilitando insumos para el desarrollo del manual de estandarización de datos (MED) relativos a residuos y GEI.



© Andrey_Popov/shutterstock.com



Propuesta para la integración e interoperabilidad de sistemas de información y operaciones estadísticas sobre residuos sólidos

DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA PROPUESTA DE INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD

1.





MARCO LEGAL

Para el desarrollo de la propuesta de integración e interoperabilidad, es importante definir aquellos referentes que den cuenta de los avances en los procesos de estandarización de la información sobre residuos y GEI del sector, así como de la interoperabilidad. Por tal motivo, a través de los análisis realizados en la consultoría se identificó que los referentes internacionales muestran las directrices y/o los lineamientos que se proponen en el tema, fomentado por organizaciones tan importantes como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Oficina de Estadísticas de la Unión Europea (Eurostat). Mientras tanto, los referentes nacionales analizados dan cuenta de los avances que tiene el país en la aplicación de estas recomendaciones, así como de la oferta de información relacionada con residuos sólidos y GEI del sector. En ese sentido, para cumplir con un proceso de interoperabilidad en el que puedan formar parte todas las entidades interesadas que generen, procesen, regulen o consuman información acerca de residuos sólidos y GEI del sector en Colombia, es necesario saber que existen lineamientos legales en los cuales se apoya el proceso. Así, a continuación se presentan las bases legales nacionales e internacionales.

A. REFERENTES INTERNACIONALES Y NACIONALES

📌 Estandarizaciones estadísticas

Tabla 1. Referentes internacionales para la estandarización de estadísticas

Referente internacional	Descripción
Modelo Genérico de Procesos Estadísticos (GSBPM)	<ul style="list-style-type: none"> GSBPM es un estándar internacional consolidado y adoptado por numerosas oficinas de estadística y organismos internacionales. Este propone una estructura de procesos y subprocesos en el modelo de producción de estadísticas; define el conjunto de procesos necesarios para producir estadísticas oficiales; y provee un marco estándar y una terminología armonizada para ayudar a las organizaciones estadísticas a modernizar sus procesos de producción, así como a compartir métodos y componentes para estas operaciones. Es el principal referente internacional en términos de procesos de producción de estadísticas (UNECE, 2019).
Manual sobre estadísticas de residuos de la Oficina de Estadísticas de la Unión Europea (Eurostat)	<ul style="list-style-type: none"> El manual sobre estadísticas de residuos de la Eurostat del año 2013 (Eurostat, 2013) se desarrolló con el objetivo de orientar y ayudar a los Estados miembros en sus esfuerzos por producir estadísticas de residuos de alta calidad, armonizadas y eficientes, de acuerdo con el reglamento sobre estadísticas de residuos europeo (WStatR). A partir de estas directrices se determina la obligatoriedad de los Estados miembros de reportar la información y desde donde se establecen los datos requeridos en términos de: (1) generación, (2) tratamiento y (3) clasificación de residuos. También se establecen lineamientos sobre cómo se deben compilar las estadísticas.



Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) de la ONU

- El SCAE es el primer estándar estadístico internacional de contabilidad ambiental y económica que busca aportar a la medición del desarrollo sostenible, evaluando los efectos de las actividades económicas en el ambiente y las contribuciones del ambiente al bienestar humano. Este es un marco estadístico coherente e integrado que organiza la información ambiental. Además, proporciona un marco coherente e integrado para recolectar, organizar, analizar y presentar información ambiental, y para relacionarla con la información económica y social, según los principios del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) (ONU, 2016).
- El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) es un marco de medición que ha venido evolucionando desde la década de 1950 para convertirse en el enfoque predominante para medir la actividad económica, la riqueza y la estructura general de la economía. El marco central del SCAE le aplica a la información ambiental los conceptos, la estructura, las reglas y los principios contables del SCN.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) – GEI del sector

- El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) busca «facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta» (IPCC, s. f.). Además, tiene como una de sus actividades principales complementar a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a través de su trabajo en materia de metodologías para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- Las directrices del IPCC de 2006 comprenden cinco volúmenes. El volumen 1 describe los pasos básicos para desarrollar el inventario y ofrece una orientación general respecto a las estimaciones de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero. Esto parte de la comprensión de los autores de las experiencias acumuladas de los países en el período iniciado a fines de la década de 1980, cuando los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero comenzaron a aparecer en cantidades significativas. Los volúmenes 2 a 5 ofrecen la orientación para las estimaciones en diferentes sectores de la economía*. Para el objeto de esta consultoría, el volumen 5 es el que hace referencia a la estimación de emisiones del sector residuos.

Eurostat

- Esta entidad desarrolló el manual para las cuentas de emisiones atmosféricas, como uno de los seis módulos de cuentas económicas ambientales (Eurostat, 2015). La cuenta de emisiones atmosféricas contribuye en la definición de prioridades políticas sobre el cambio climático, el crecimiento verde y la productividad de los recursos, ya que proporciona información importante sobre las emisiones a la atmósfera de una manera que sea compatible con el sistema internacional de cuentas nacionales de la ONU y el sistema europeo. Los datos nacionales son compilados por la Agencia Ambiental Europea.

 **Fuente:** elaboración propia.
*Tomado de: IPCC, 2006.



Tabla 2. Referentes nacionales para la estandarización de estadísticas

Referente nacional	Descripción
Sistema Estadístico Nacional (SEN)	<ul style="list-style-type: none"> El DANE es la entidad que rige, coordina y regula el Sistema Estadístico Nacional (SEN). De acuerdo con lo establecido en la Ley 1955 de 2019, el SEN suministra a la sociedad y al Estado estadísticas oficiales nacionales y territoriales de calidad. Además, determina los lineamientos a través de recomendaciones, guías y manuales. El SEN busca tener en cuenta los lenguajes y procedimientos comunes, respetando los estándares estadísticos internacionales y los objetivos del código de buenas prácticas en materia estadística, para articular sus componentes de manera organizada y sistemática, garantizando la producción y difusión de estadísticas oficiales requeridas en el país a nivel nacional y territorial. Los lineamientos normativos relacionados con los procesos estadísticos del Sistema Estadístico Nacional (SEN) se establecen principalmente en la Resolución 1419 de 2017; en el Plan Estadístico Nacional vigente, definido en la Resolución 1379 de 2020; y en la Norma Técnica de la Calidad del Proceso Estadístico (requisitos de calidad para la generación de estadísticas NTC PE1000:2017) definida en la Resolución 1418 de 2017, el Decreto 1170 de 2015 («Por medio del cual se expide el decreto reglamentario único del sector Administrativo de Información Estadística»), la Ley 1955 de 2019 («Por la cual se expide el PND 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”») y en el artículo 155 del Sistema Estadístico Nacional (que modifica el artículo 160 de la Ley 1753 de 2015 y el Decreto 2404 de 2019 que establece la finalidad del SEN, los principios que orientan su gestión y coordinación, las funciones de los actores y las instancias de dicha coordinación).
Cuenta Ambiental y Económica de Flujos de Materiales – Residuos Sólidos (CAEFM-RS) del DANE	<ul style="list-style-type: none"> A través de la consolidación y difusión de la Cuenta Ambiental y Económica de Flujos de Materiales – Residuos Sólidos (CAEFM-RS), el DANE avanza en la implementación del SCAE (2012). El objetivo de contabilizar los flujos físicos es registrar los flujos de recursos naturales (flujo del ambiente a la economía), de productos (flujos dentro de la economía) y de residuos (flujo de la economía al medio ambiente).
Reportes de la economía circular en Colombia	<ul style="list-style-type: none"> Para la construcción de indicadores de economía circular, el DANE utiliza información proveniente de sus propias encuestas: (1) la encuesta de calidad de vida (ECV); (2) el censo de edificaciones (CEED); (3) la encuesta anual manufacturera (EAM); (4) la encuesta ambiental industrial (EAI). Además, considera las cuentas ambientales y económicas (CAE).

Fuente: elaboración propia.

Transmisión de la información

Tabla 3. Referentes para la transmisión de la información

Referente	Descripción
Estándar de transmisión de información SDMX	<p>El modelo SDMX (Statistical Data and Metadata Exchange) es un estándar cuyo objetivo es facilitar el intercambio de datos y metadatos estadísticos utilizando tecnologías de información moderna. El SDMX suministra formatos estandarizados para los datos y metadatos, junto con sus directrices en cuanto a su contenido, y una propuesta de arquitectura informática para su intercambio. Los estándares SDMX pueden usarse para proporcionar un formato simple de datos y metadatos, o para generar un intercambio de datos totalmente automatizado y estandarizado. Este estándar se ha venido actualizando a lo largo del tiempo desde su lanzamiento en el 2004.</p> <p>En Latinoamérica diferentes entidades gubernamentales han empezado a usar el estándar de transmisión de datos SDMX para reportar y compartir información y estadísticas de sus diferentes estudios, lo cual toma mayor relevancia con la estructuración de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) propuestos y compartidos por la ONU. Entre esas entidades está el DANE, quien, como responsable administrativo de la información estadística en el país, desde hace diez años viene adaptando sus procesos, su generación de información y su difusión usando el estándar SDMX (MinTIC, 2014).</p>

Fuente: elaboración propia.



B. REFERENTES ASOCIADOS A SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Tabla 4. Referentes para la transmisión de la información

Referente nacional	Descripción
Sistema Único de Información (SUI) de Servicios Públicos Domiciliarios	<ul style="list-style-type: none">El SUI recoge la información generada en el marco del servicio público de aseo (SPA) a partir del diligenciamiento de los formatos establecidos por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) por parte de las empresas prestadoras de servicios públicos (ESP) que realizan alguna o varias de las actividades relacionadas con este servicio. De acuerdo con lo establecido en la Ley de servicios públicos domiciliarios (Ley 142 de 1994), el Estado debe intervenir en los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y telefonía local móvil en el sector rural) para garantizar la calidad y la eficiente prestación del servicio (entre otros objetivos). Dicha ley también determina que la SSPD es responsable de establecer los sistemas de información que deben organizar y mantener actualizados los datos de las empresas de servicios públicos debidamente constituidas.
Registro Único Ambiental del Sector Manufacturero (RUA MF)	<ul style="list-style-type: none">El Registro Único Ambiental (RUA) es el instrumento de captura para el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR). El RUA para el sector manufacturero (RUA MF) es alimentado por las empresas de dicho sector que generan residuos peligrosos. Este instrumento fue construido por y se encuentra a cargo del IDEAM.
Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos (RESPEL)	<ul style="list-style-type: none">El IDEAM, como instituto encargado de la recopilación de la información del país sobre el manejo de residuos peligrosos, generó el registro RESPEL. Es a través de esta herramienta que los generadores de residuos peligrosos del país deben reportar anualmente a las autoridades ambientales correspondientes la información referente a la gestión y generación de los residuos peligrosos producidos por sus establecimientos.Dicha información es posteriormente transmitida de manera electrónica por las autoridades ambientales al sistema de información ambiental, para que el IDEAM realice la difusión de la información nacional consolidada sobre la generación y gestión de este tipo de residuos. Adicionalmente, las autoridades ambientales deben divulgar esta información al área de su jurisdicción.
Encuesta Anual Manufacturera (EAM)	<ul style="list-style-type: none">La EAM es la investigación económica mediante la cual el DANE obtiene la información básica del sector fabril colombiano.A partir de la información obtenida se generan indicadores para las cuentas nacionales, los cuales permiten medir la evolución y el comportamiento del sector industrial con base en variables como personal ocupado, producción bruta, empleo, remuneraciones, consumo intermedio, valor agregado, consumo de energía eléctrica e inversión en activos fijos, que se calculan durante el año. Estos resultados no solo ayudan a obtener información con respecto a la estructura y las características del sector, sino que además permiten determinar la composición de la industria nacional y obtener la distribución regional de la actividad industrial.



Encuesta Ambiental Industrial (EAI)

- La EAI tiene como objetivo determinar el gasto en protección ambiental efectuado por el sector industrial e identificar aspectos ambientales relevantes que permitan el análisis del comportamiento del sector. Esta encuesta, propiedad del DANE, captura información de la inversión, los costos y los gastos asociados a la protección del medio ambiente, la generación de residuos sólidos, el manejo del recurso hídrico y los instrumentos de gestión ambiental de la industria manufacturera.
- Esta encuesta es obligatoria para las personas jurídicas, en virtud del artículo 5 de la Ley 079 de 1993, en el cual se dispone que «las personas naturales o jurídicas, de cualquier orden o naturaleza, domiciliadas o residentes en el territorio nacional, están obligadas a suministrar al Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, los datos solicitados en el desarrollo de Censos y Encuestas».

Sistema de Información de Residuos Hospitalarios (SIRHO)

- El SIRHO fue construido y es administrado por la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. En este aplicativo se registra información sobre residuos ordinarios y residuos reciclables en kilogramos mensuales.

Sistema de Información para la Gestión de Aseo de Bogotá (SIGAB)

- En el SIGAB se consolida toda la información, tanto operativa como comercial, de las cinco empresas que se encargan del aseo de la ciudad: Promoambiental, LIME, Ciudad Limpia, Bogotá Limpia y Área Limpia.
- Dentro del sistema de información recolectada por el SIGAB se hace un levantamiento mensual de información que contiene las variables de número y posición de cestas instaladas en Bogotá; puntos críticos en la ciudad donde se presentan más residuos; peticiones, quejas, reclamos y soluciones por localidad en Bogotá; peticiones, quejas y reclamos por estrato; peticiones, quejas y reclamos realizados por concesionario; peticiones, quejas, reclamos y soluciones por tipo de peticiones, quejas y reclamos (PQR); tipo de objeto que debe lavarse; lugares donde se generan más residuos; número y posición de contenedores en Bogotá; y peticiones, quejas y reclamos frente a un productor. Esta información mensual puede verse en la plataforma distrital de datos abiertos de Bogotá. Además, se puede obtener en diferentes formatos como en valores separados por comas (CSV) y en lenguaje de marcado extensible (XML).

Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RENARE) – (GEI del sector)

- El RENARE fue creado por la Resolución 1447 de 2018 para la gestión de las iniciativas de mitigación de GEI a nivel nacional. Se pretende que los titulares o responsables del desarrollo y la implementación de las iniciativas de mitigación de GEI en el territorio nacional puedan optar por pagos por resultados o compensaciones, lo que contribuye al cumplimiento de las metas nacionales de cambio climático establecidas bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

Inventario de Emisiones de GEI (INGEI)

- El INGEI contiene la estimación de las emisiones derivadas de las actividades humanas y de la absorción realizada por los reservorios de carbono en Colombia.
- Las directrices del IPCC (2006) para el inventario nacional incluyen lineamientos metodológicos para estimar emisiones directas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y perfluorocarbonos (PFC). Además, agrupan las emisiones y absorciones en los siguientes cuatro grandes grupos:
 - Energía.
 - Procesos industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés).
 - Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés).
 - Residuos.

 Fuente: elaboración propia.



A partir del análisis de las fuentes de información del país, se evidencia que la información sobre residuos se encuentra fragmentada en distintos sistemas de información, que se producen con diferentes fines, por lo que el nivel de detalle no es similar. Adicionalmente, no hay un listado unificado de referencia nacional y cada sistema define de forma autónoma qué categorías de residuos reporta, ya sea con base en un lineamiento internacional (convenio de Basilea, SCAE) o en las necesidades específicas de la entidad (caso del SIRHO y del SUI, por ejemplo).

Esto afecta la calidad de la información, pues los datos que se generan en el país no están armonizados y, por lo tanto, no son comparables ni a nivel interno ni a nivel internacional. Con este hallazgo se identifica con claridad la necesidad del país de definir un lineamiento unificado sobre la clasificación de los residuos en categorías armonizadas, así como según los tipos de recuperación y de disposición final. En cuanto a la recuperación, es preciso definir conceptos unificados, dado que en este momento existen inconsistencias en los conceptos en la legislación y las normas colombianas.

En cuanto a los referentes internacionales, tanto el SCAE como las estadísticas de residuos de la Eurostat se complementan. Por un lado, las estadísticas de la Eurostat establecen las bases para el reporte de información sobre la gestión integral de residuos con un alto nivel de detalle y rigurosidad, y, por el otro, los lineamientos del SCAE permiten integrar esta información de forma sistémica, de forma que es posible ver su interacción con otros flujos y momentos del ciclo de los residuos (extracción, producción, relación con el sector económico e interacciones ambientales).

C. ARTICULACIÓN DE INSTITUCIONES Y RESPONSABILIDADES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Actualmente, Colombia cuenta con un conjunto de políticas y regulaciones específicas para la gestión de los residuos sólidos y el cambio climático, las cuales se han venido expidiendo con el transcurso de los años en busca de cumplir los compromisos internacionales y nacionales adoptados por el país. Se ha evidenciado también que el marco regulatorio ha aprovechado la existencia de sistemas institucionales nacionales y territoriales para asignarles las responsabilidades asociadas a la gestión de ambos componentes, y también ha precisado la necesaria formulación de instrumentos de gestión para el cumplimiento de estas funciones.

Las funciones y responsabilidades en la gestión de los residuos sólidos y la reducción de gases efecto invernadero del sector están en cabeza de un conjunto de instituciones del orden nacional, regional y local que responden a

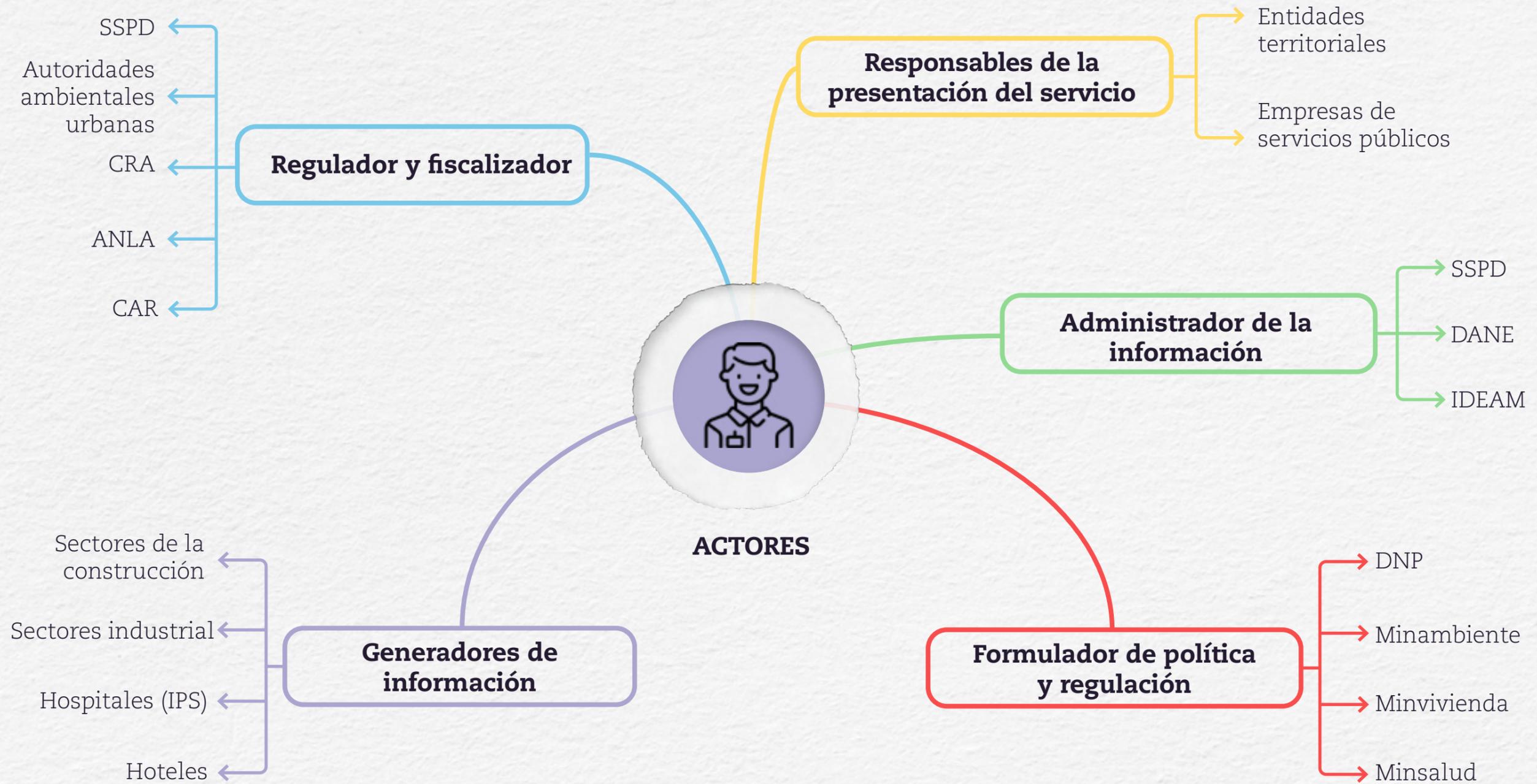
objetivos de política diferentes, por un lado, en la eficiente prestación del servicio público de aseo, y por el otro, de la prevención y el control de los factores de deterioro o de impacto sobre el medio ambiente, como se presenta en el siguiente diagrama:



 Natalia Mels/Shutterstock.com



Diagrama 1. Articulación de actores en la gestión de los residuos sólidos



Fuente: elaboración propia.



A continuación se describen aquellas funciones y responsabilidades asociadas a la gestión de residuos sólidos de cada actor identificado.

Tabla 5. Instituciones con funciones y responsabilidad en la gestión de residuos sólidos

Instituciones	Funciones y responsabilidades en la gestión de residuos sólidos	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
<p>Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> El Ministerio de Vivienda nace con el artículo 14 de la Ley 1444 del 2011, «Por medio de la cual se separan unos Ministerios, se otorgan precisas facultades extraordinarias al presidente de la República para modificar la estructura de la administración pública y la planta de personal de la fiscalía general de la nación y se dictan otras disposiciones», la cual es desarrollada de forma integral en el Decreto 3571 de 2011. Específicamente respecto a la gestión de residuos sólidos, le corresponde a este ministerio, junto con el Minambiente, adoptar la metodología para la elaboración de los PGIRS; seguir las políticas relacionadas con la gestión integral de residuos sólidos, en los aspectos relacionados con el servicio público de aseo y su aprovechamiento; y determinar los lineamientos de la información a publicar para calcular la remuneración vía tarifa de la actividad de aprovechamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios es una entidad con rango constitucional conforme al artículo 370 de la Constitución Política de 1991. Por delegación presidencial, ejerce las funciones de inspección, vigilancia y control sobre las entidades y empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas. La Superintendencia monitorea a las organizaciones inscritas en el Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos (RUPS) para determinar si cumplen las normas de calidad, cobertura y continuidad de los servicios que prestan. Igualmente, vigila el cumplimiento de los contratos de prestación del servicio que se acuerdan entre empresas y usuarios; evalúa la gestión operativa, administrativa y financiera de las empresas; solicita solución a las fallas en la prestación de los servicios; y vigila que las tarifas cobradas a los usuarios se sujeten a lo establecido por las comisiones de regulación.
<p>Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> La CRA es una entidad de orden nacional creada mediante el artículo 69 de la Ley 142 de 1994 como unidad administrativa especial con autonomía administrativa, técnica y patrimonial. Está regida por la Constitución Política y por la ley, sin personería jurídica, y está adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Mediante el Decreto 1524 de 1994 le fueron delegadas las funciones relativas al señalamiento de las políticas generales de administración y al control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios, en desarrollo del artículo 370 de la Constitución Política. Específicamente, le corresponde regular los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en Colombia. Su objetivo principal es crear y preservar condiciones para asegurar la prestación de servicios públicos. 	<p>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p> <ul style="list-style-type: none"> De acuerdo con el Decreto Único del Sector 1076 de 2015, que compila las normas reglamentarias del sector ambiente y desarrollo sostenible, el ente rector de este sector es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En relación con la gestión de los residuos sólidos, tiene las siguientes funciones: <ul style="list-style-type: none"> Establecer la política relacionada con los residuos sólidos ordinarios, en el componente de disposición final, y definir la regulación de las licencias ambientales. Adoptar con el Minvivienda la metodología para la elaboración de los PGIRS. Formular la política y reglamentación que rigen el comportamiento de los generadores, gestores y transformadores de residuos peligrosos, igual que el de los productores, importadores, comercializadores de sustancias o productos con propiedades peligrosas. Definir las responsabilidades y competencias de las autoridades ambientales en materia del control y manejo de residuos sólidos. Formular las políticas y la reglamentación que rigen el comportamiento de los generadores, gestores y transformadores de residuos en la gestión de residuos de gestión diferenciada (planes posconsumo, RCD), igual que el de los productores, importadores y comercializadores de productos a quienes les aplican esquemas de responsabilidad extendida del productor. Reglamenta los sistemas de información que son administrados por el IDEAM (SIAC, SIUR y RUA).



Ministerio de Salud

- En relación con la gestión integral de residuos sólidos, a este ministerio le compete formular la política y la reglamentación para el sector salud. Esto incluye la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares generados por personas naturales o jurídicas, en coordinación con el Minambiente, así como establecer el sistema de información epidemiológico de los factores de riesgo derivados del manejo y la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, al igual que los eventos en salud asociados a estos.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

- De acuerdo con el Decreto 1170 de 2015, al DANE le corresponden, entre otras, las siguientes funciones:
 - Garantizar la producción, disponibilidad y calidad de la información estadística estratégica; además, dirigir, planear, ejecutar, coordinar, regular y evaluar la producción y difusión de información oficial básica de Colombia.
 - Consolidar la información estadística proveniente de SUI, así como los datos capturados y transformados en el marco de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta Nacional Industrial.
 - Consolidar la cuenta ambiental y económica de flujo de materiales de residuos sólidos.
 - Producir los indicadores del sistema de información de la economía circular.
 - Integrar la información recibida del IDEAM y el SUI con los datos capturados por medio de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), la Encuesta Industrial Ambiental (EIA) y los datos ambientales para producir información estadística.

Departamento Nacional de Planeación (DNP)

- En relación con los residuos sólidos, le corresponde diseñar, coordinar y evaluar las políticas de desarrollo urbano, vivienda, y agua potable y saneamiento básico, incluyendo la gestión de residuos sólidos municipales (residuos ordinarios), las cuales son implementadas por los entes territoriales. Además, debe evaluar los objetivos de política pública y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con base en la información suministrada por los ministerios sectoriales, el DANE y el IDEAM.

IDEAM

- El IDEAM es la entidad encargada desarrollar diferentes instrumentos para la captura de información relacionada con residuos, como el Registro de Generadores de residuos peligrosos y el Registro Único Ambiental del Sector Manufacturero.
- En relación con la GIRS, sus funciones incluyen:
 - Recibe datos de los generadores de residuos peligrosos a través del Registro Único Ambiental (RUA). Consolida estos datos y los pone a disposición del Minambiente, el DANE y el DNP para el reporte del avance del ODS en el indicador de tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos.
 - Gestiona los datos reportados al RUA manufacturero relacionados a los residuos entregados a los gestores, los residuos eliminados y los residuos que ingresan a una cadena de aprovechamiento.
 - Consolida estos datos y los pone a disposición del Minambiente y el DANE.

Autoridades ambientales regionales (Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales Urbanas)

- Se pueden denominar de forma genérica autoridades ambientales regionales, para incluir tanto a las corporaciones autónomas regionales como a las autoridades ambientales urbanas. Todas ellas ejercen la función de máxima autoridad ambiental en su jurisdicción y administran los recursos naturales renovables mediante el trámite y otorgamiento de permisos, concesiones, autorizaciones y licencias ambientales.
- En su jurisdicción, les corresponde implementar la política nacional ambiental, lo cual incluye las normas establecidas en materia de gestión de residuos sólidos. De este modo, son competentes para hacer el trámite y otorgamiento de las licencias ambientales de los rellenos sanitarios, al igual que para realizar el monitoreo de los impactos causados por la eliminación de residuos y el comportamiento ambiental de los productores, importadores y comercializadores de sustancias o productos con propiedades peligrosas. También controlan a los generadores, gestores, compradores y transformadores de residuos peligrosos, haciendo uso de la información producida por el IDEAM, aquella suministrada por los agentes supervisados y la adaptada mediante las actuaciones propias como autoridad ambiental.
- Les corresponde también el control y seguimiento de la ejecución del PGIRS, exclusivamente en lo relacionado con las metas de aprovechamiento y las autorizaciones ambientales que requiera el prestador del servicio de aseo, de conformidad con la normatividad ambiental vigente. Igualmente, controlan a los generadores y gestores de residuos de gestión diferenciada; por ejemplo, otorgando las licencias para el manejo de RAEE.



Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

- De acuerdo con el Decreto 3573 de 2011, la ANLA es la encargada de que proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país. Esta cumple, entre otras, las siguientes funciones:
 - Administrar el Sistema de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales (SILA) y Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (VITAL).
 - Reportar al Minambiente y al DNP el avance de los programas posconsumo de los productores, importadores y comercializadores para la gestión de residuos diferenciados.

Entidades territoriales

- De conformidad con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013 (compilado en el Decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio) y en la Resolución 754 de 2014 (expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), los entes territoriales, específicamente los municipios, son responsables de la prestación del servicio público de aseo —de forma directa o través de un tercero— y de formular los correspondientes planes de gestión integral de los residuos sólidos (PGIRS).
- En relación con la GIRS, les corresponde, entre otras:
 - Garantizar la prestación del servicio público de aseo en el área de su territorio de manera eficiente.
 - Definir el esquema de prestación del servicio de aseo y sus diferentes actividades de acuerdo con las condiciones de este.
 - Formular y desarrollar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de acuerdo con lo definido en este capítulo.
 - Definir las áreas para ubicar estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, sitios de disposición final de residuos y estaciones de transferencia.
 - Adoptar en los PGIRS las determinaciones necesarias para incentivar procesos de separación en la fuente, recolección selectiva, acopio y reciclaje de residuos, como actividades fundamentales en los procesos de aprovechamiento de residuos sólidos.

Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios

- Están encargadas de prestar el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos hospitalarios y similares peligrosos, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994, el Decreto 605 de 1996 (o la norma que lo modifique o sustituya) y los procedimientos exigidos por los ministerios del Medio Ambiente y Salud, según sus competencias.
- El prestador del componente de disposición final, responsable del relleno sanitario regional, deberá reportar al SUI el total de toneladas dispuestas y el número de toneladas que correspondan al municipio donde se encuentra ubicado el relleno sanitario, de acuerdo con lo establecido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

A pesar de este amplio marco institucional, existe una desarticulación entre las distintas instituciones, producto de los niveles de gestión asociados a la formulación de las políticas y de regulaciones concentradas en los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Vivienda, Ciudad y Territorio. Además, dicha desarticulación se debe también a la forma de implementación de dichas políticas y regulaciones, en la que participan tanto entidades públicas sectoriales de nivel nacional —ministerios y autoridades ambientales, por ejemplo— como entidades territoriales. Todas ellas también son parte de instancias de coordinación interinstitucional, lo que hace que el mapeo institucional se complejice al momento

de precisar quién genera información, para quién la genera, cómo la genera, quién la consolida y quién es el ente responsable de ponerla a disposición del público.

Por otro lado, a partir del marco de políticas y reglamentario antes descrito se puede establecer que la gestión del cambio climático está a cargo de varias entidades públicas de orden nacional, regional y local, así como de los sectores económicos y la sociedad en general. Al mismo tiempo está a cargo de ciertas instancias de coordinación y articulación en las que deberán participar todas las entidades del Gobierno, las cuales estarán vinculadas con los entes territoriales y los sectores económicos, como se describe a continuación.



Tabla 6. Instituciones con funciones y responsabilidad en la gestión del cambio climático

Instituciones	Funciones y responsabilidades en la gestión del cambio climático
IDEAM	<ul style="list-style-type: none"> El IDEAM desempeña un papel preponderante en el desarrollo de los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI), en la construcción de las comunicaciones nacionales (CN) y los informes bienales de actualización (IBA), y ahora en el desarrollo de los informes bienales de transparencia (IBT). Adicional a todo lo anterior, ha sido la entidad encargada de desarrollar diferentes instrumentos para la captura de información relacionada con GEI, como el Registro Nacional de Reducción de las Emisiones GEI (RENARE). Por último, está a cargo del desarrollo del Sistema Nacional de Inventarios de GEI (SINGEI), del Sistema de Contabilidad de Reducción y Remoción (SCRR) y del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).
DANE	<ul style="list-style-type: none"> El DANE podrá apoyar la elaboración del inventario de GEI en sectores como el agropecuario o el industrial. Puntualmente, la elaboración y el reporte del inventario deberán estar sujetos a los estándares y las disposiciones definidas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
DNP, ministerios y Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD)	<ul style="list-style-type: none"> Son los responsables de definir variables, indicadores, metodología y actores institucionales de recolección, procesamiento, acopio y uso de la información relacionada con impactos climáticos a sistemas humanos. El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras se encargan de definir variables, indicadores, metodología y actores institucionales de recolección, procesamiento, acopio y uso de la información relacionada con impactos climáticos a sistemas naturales.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> Reglamentará el funcionamiento y la administración del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático.
Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, institutos de investigación y demás entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA)	<ul style="list-style-type: none"> En el marco de sus competencias y funciones legales, deberán aportar de forma adecuada y oportuna la información que sea requerida para el correcto funcionamiento del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC). Así mismo, deberán tomar las medidas necesarias para asegurar la utilización adecuada y oportuna de la información generada por el SMBYC.

 Fuente: elaboración propia.



Es importante identificar los mecanismos de articulación institucional para que las entidades logren coordinar las acciones relacionadas con la producción, comunicación y gestión de la información. En Colombia, se han desarrollado comités y mesas de trabajo que le permiten a las instituciones anteriormente mencionadas generar espacios para su alineación, estos son:

Tabla 7. Mecanismos de articulación institucional

Mecanismo	Finalidad
Mesa de información de economía circular	<ul style="list-style-type: none"> • Busca fortalecer la articulación entre sus miembros para generar acuerdos y compromisos sobre los requerimientos de información estadística existentes (nacionales e internacionales), así como identificar las posibles duplicidades de información estadística y establecer estrategias para unificarlas. • Será la mesa de trabajo del sistema de información de economía circular. Estará presidida por el DANE, como coordinador del Sistema Estadístico Nacional (SEN), y la secretaria técnica la asumirá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Participarán además otros ministerios como MinCIT y Minvivienda, además del DNP, Colciencias, la academia y los gremios, entre otros actores públicos y privados.
Mesa de información de residuos sólidos (MIRS)	<ul style="list-style-type: none"> • Está liderada por el DANE y es un espacio de articulación interinstitucional que busca aportar en el apropiado manejo de residuos sólidos. Está integrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la academia (Universidad Nacional - IDEA) y ONG (CEMPRE & CNPMLTA).
Esquema de gobernanza de la estrategia nacional de economía circular	<ul style="list-style-type: none"> • La gobernanza de la estrategia nacional de economía circular será presidida por la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación, asesorada por el Comité Ejecutivo, el Comité de Regionalización y el Comité Técnico de Sostenibilidad. Este último funciona como órgano rector de economía circular y es responsable de la implementación y el seguimiento a sus avances. • La Comisión Nacional de Competitividad e Innovación, el Comité de Regionalización y el Comité Ejecutivo estarán conformados según lo dispuesto en el capítulo 2 del Decreto 1651 de 2019.
Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático del Sisclima (GEI del sector)	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene como objeto coordinar las acciones relacionadas con la producción, comunicación y gestión de la información técnica y científica que sirve como insumo en los procesos y la toma de decisiones para la gestión del cambio climático y de las instancias del Sisclima.
Nodos regionales de cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Son instancias regionales responsables de promover, acompañar y apoyar la implementación de políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y acciones en materia de cambio climático en las regiones. • Su finalidad es lograr la coordinación interinstitucional entre los niveles central y territorial para promover políticas, estrategias, planes, programas, proyectos, y acciones de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero y adaptación en materia de cambio climático. Todo esto articulado con los procesos de planificación, ordenamiento territorial y gestión integral del riesgo.

 Fuente: elaboración propia.



D. REFERENTES PARA LA INTEROPERABILIDAD



Marco de interoperabilidad de gobierno digital

En este documento se enmarca la política de gobierno digital, que contribuye a tener un nuevo enfoque en donde las TIC son fundamentales para mejorar el funcionamiento de las entidades públicas y su relación con otras entidades, aportando un entorno de confianza digital entre el ciudadano y el Estado. Su propósito es contribuir en la entrega de servicios digitales para que se realicen de manera completa, adecuada, eficiente, evitando el desplazamiento del ciudadano a diversas entidades para obtener la información necesaria de una entidad y acceder así a sus derechos y obligaciones con el Estado. Así, se fortalece la visión de unidad del Estado, al tener una mayor capacidad de comunicación, entrega y uso de servicios digitales de valor para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos (MADS, 2019).



Documento CONPES 3292

Señala la necesidad de eliminar, racionalizar y estandarizar trámites a partir de asociaciones comunes sectoriales e intersectoriales (cadenas de trámites). En especial, hace énfasis en el flujo de información entre los eslabones que componen la cadena de procesos administrativos, soportados en desarrollos tecnológicos que permitan mayor eficiencia y transparencia en la prestación de servicios a los ciudadanos (Departamento Nacional de Planeación, 2004).



Ley 962 de 2005

Determina en su artículo 14 lo siguiente: «Cuando las entidades de la Administración Pública requieran comprobar la existencia de alguna circunstancia necesaria para la solución de un procedimiento o petición de los particulares, que obre en otra entidad pública, procederán a solicitar a la entidad el envío de dicha información. En tal caso, la carga de la prueba no corresponderá al usuario. Será permitido el intercambio de información entre distintas entidades oficiales, en aplicación del principio de colaboración. El envío de la información por fax o por cualquier otro medio de transmisión electrónica, proveniente de una entidad pública, prestará mérito suficiente y servirá de prueba en la actuación de que se trate, siempre y cuando se encuentre debidamente certificado digitalmente por la entidad que lo expide y haya sido solicitado por el funcionario superior de aquel a quien se atribuya el trámite». (Ley 962, 2005).



Decreto 235 de 2010

Regula el intercambio de información entre entidades para el cumplimiento de la función pública, y determina la obligación de las entidades de establecer mecanismos magnéticos, electrónicos o telemáticos para el intercambio de información con otras entidades que así lo requieran, sin que genere costo alguno para la entidad que la solicita (Decreto 235, 2010).



Decreto 2573 de 2014

Dispone los lineamientos generales de la estrategia de gobierno en línea en lo que respecta a los fundamentos de la estrategia, donde se menciona la interoperabilidad para fortalecer el intercambio de información entre entidades y sectores (Decreto 2573, 2014).



📌 Decreto 1078 de 2015

Es el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En el título 17, capítulo 1, artículo 2.2.17.1.3 define el marco de interoperabilidad como «el conjunto de principios, políticas y recomendaciones que buscan facilitar y optimizar la colaboración entre 14 organizaciones privadas y entidades del Estado para intercambiar información y conocimiento, en el marco de los procesos de negocio, con el propósito de facilitar la entrega de servicios a ciudadanos, empresas y a otras entidades para intercambiar información, aporte de documentos y datos en línea» (Decreto 1078, 2015).

📌 Decreto 415 de 2016

Trata el «fortalecimiento institucional en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones». En el numeral 8 del artículo 2.2.35.3 señala: «Objetivos del fortalecimiento institucional. Para el fortalecimiento institucional en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones las entidades y organismos a que se refiere el presente decreto deberán: ... 8. Adelantar acciones que faciliten la coordinación y articulación entre entidades del sector y del Estado en materia de integración e interoperabilidad de información y servicios, creando sinergias y optimizando los recursos para coadyuvar en la prestación de mejores servicios al ciudadano» (Decreto 415, 2016).

📌 Decreto 1008 de 2018

Allí se establecen los lineamientos generales de la política de gobierno digital para Colombia y el Manual de Política de Gobierno Digital, además de definir la interoperabilidad como parte fundamental del habilitador transversal de los Servicios Ciudadanos Digitales (Decreto 1008, 2018).

📌 Documento CONPES 3920 de 2018

Establece la política nacional de explotación de datos (*big data*), la cual menciona la importancia de promover la divulgación de la información pública para ejercer avances en materia de datos (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

📌 Ley 1955 de 2019

Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 «pacto por Colombia, pacto por la equidad». En su artículo 147 trata la transformación digital pública y el principio de «plena interoperabilidad entre los sistemas de información públicos [para] que garantice el suministro e intercambio de la información de manera ágil y eficiente a través de una plataforma de interoperabilidad. Se habilita de forma plena, permanente y en tiempo real cuando se requiera, el intercambio de información de forma electrónica en los estándares definidos por el Ministerio TIC, 15 entre entidades públicas. Dando cumplimiento a la protección de datos personales y salvaguarda de la información» (Ley 1955, 2019).

📷 Andrey_Popov/shutterstock.com





DESARROLLO CONCEPTUAL

A. CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL DEL MARCO CONCEPTUAL

La interoperabilidad es un proceso que busca la articulación y conexión digital entre las entidades para lograr el intercambio de información y conocimiento. Por lo tanto, contar con una armonización normativa de conceptos, clasificaciones y definiciones que tiene el país sobre residuos, incluyendo las emisiones de GEI del sector, permitirá que las organizaciones, instituciones y entidades, entre otras, logren la comparabilidad de los datos a nivel municipal, territorial e incluso internacional. Pese a que en Colombia el panorama aún es disperso sobre dicha armonización, continuamente se realizan esfuerzos para mejorar la generación de información estadística con base en estándares de calidad, lenguajes y procedimientos que contribuyen a la interoperabilidad de las estadísticas, fomentados principalmente por el Sistema Estadístico Nacional (SEN). Así mismo, los lineamientos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus

siglas en inglés), de la mano con la comunidad estadística internacional, han sido fundamentales para contribuir a la armonización de los conceptos, las clasificaciones y definiciones.

De acuerdo con lo anterior, en la consultoría se identificaron un conjunto de términos relacionados con la temática de interés cuyas acepciones, conceptos o definiciones son diferentes ya sea en las políticas públicas nacionales o internacionales, en regulaciones específicas o dentro de los sistemas de información. El resultado del análisis de referentes internacionales que buscan la armonización converge en el uso del diagrama de flujo de residuos (SCAE, INEGI, UNECE) planteado por el grupo de trabajo conjunto sobre estadísticas e indicadores ambientales (GTEIA). A partir de allí se podrán sentar las bases sobre los componentes y flujos a tener en cuenta en la construcción de estadísticas de residuos y reducir las discrepancias en los conceptos.

Adicionalmente, el desarrollo del marco de estadísticas de residuos y la redacción de un glosario de los términos y definiciones utilizados en las estadísticas de residuos por la UNECE son el marco de referencia principal a través de Directiva Marco Europea sobre Residuos (2008/98/CE) y el Reglamento sobre Estadísticas de Residuos (2150/2002/CE), pues proporcionan orientaciones jurídicamente vinculantes sobre los conceptos, el ámbito de aplicación, las clasificaciones y las definiciones que deben utilizarse en la recolección de estadísticas oficiales sobre residuos.

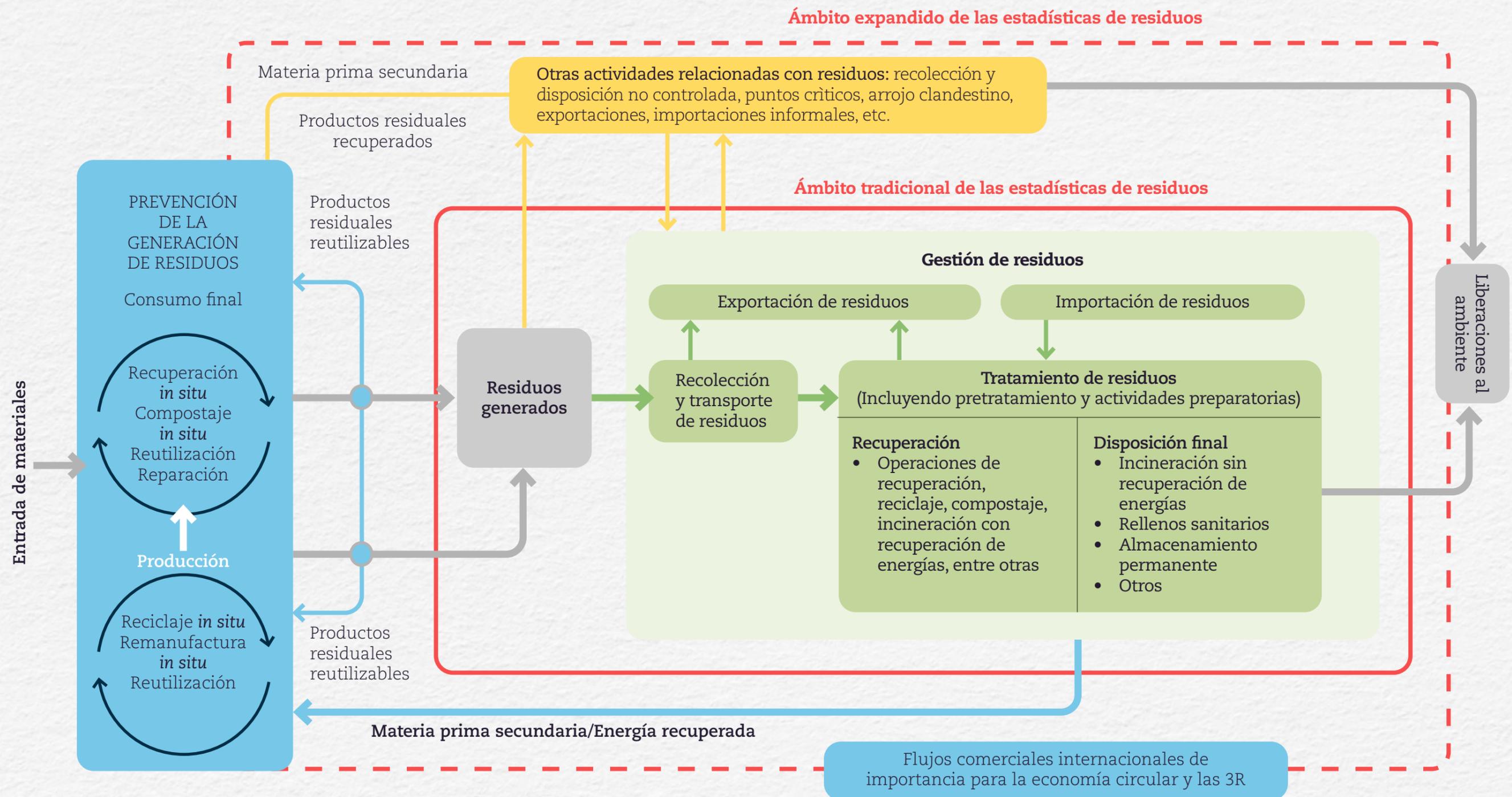
El diagrama de flujo de residuos está constituido de la siguiente manera:

© LiaKoltyrina/shutterstock.com





Diagrama 2. Diagrama del marco conceptual de las estadísticas sobre residuos propuesto por la UNECE



Fuente: traducido por esta consultoría de UNECE, 2022.



Ámbito tradicional de las estadísticas de residuos

Contempla las actividades de generación y gestión de residuos y las importaciones y exportaciones realizadas por unidades económicas formales (el recuadro rojo de la figura).

Ámbito expandido de las estadísticas de residuos

También se incluye el «ámbito ampliado de las estadísticas de residuos» (recuadro rojo punteado de la figura), donde se encuentran todas las actividades de manipulación de residuos. Esta normalmente es incontrolada y se realiza por parte de unidades económicas informales.

Prevención en la generación de residuos

Se contemplan también las actividades para prevenir la generación de residuos por parte de las actividades económicas y los hogares (recuadro azul). Cabe aclarar que las actividades de «reutilización» se llevan a cabo sobre materiales, antes de que estos se conviertan en residuos. El diagrama también considera los vínculos entre la prevención de residuos (el cuadro azul) y los flujos de materias primas secundarias (flechas que entran al cuadro azul), así como las emisiones relacionadas con los residuos.

Reconociendo que las estadísticas sobre residuos adquieren mayor relevancia si son comparables con otras estadísticas relacionadas con los materiales, el diagrama incluye también los flujos de materiales más amplios (por ejemplo, insumos del medio ambiente a la economía) para mostrar las estadísticas sobre residuos dentro de un contexto más amplio (flecha «entrada de materiales») (UNECE, 2022).

Liberaciones al ambiente

En la liberación al ambiente producto de la gestión de residuos se pueden contemplar las emisiones de GEI del proceso y otros impactos asociados con el sector como generación de lixiviados, contaminación de fuentes hídricas, uso y contaminación del suelo, etc.

El tratamiento, de acuerdo con el diagrama, es un término que incluye las operaciones de recuperación y las actividades de disposición final, aunque internacionalmente hay definiciones muy distintas sobre este término. También se observa que el reciclaje se ubica como una subcategoría de la recuperación de residuos.

En general, el diagrama busca abordar las diversas problemáticas asociadas a las estadísticas de residuos, como fragmentación de la información, alcances insuficientes en las estadísticas oficiales sobre residuos, y generación de datos centrada únicamente en los residuos procesados a través de actividades formales, sin contemplar «toda la historia de los residuos» de forma sistémica.

 PaeGAG/Shutterstock.com





B. METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA ESTANDARIZACIÓN CONCEPTUAL

Conceptos que requieren actualización o estandarización

De acuerdo con los criterios del GTEIA (UNECE, 2022) y el análisis del trabajo interno realizado por el equipo de la consultoría, los principales conceptos que es preciso armonizar frente a las estadísticas de residuos sólidos, y analizar a la luz del contexto colombiano y las definiciones del país, son los siguientes:

- ✦ Residuo
- ✦ Residuos municipales
- ✦ Gestión de residuos
- ✦ Recolección de residuos
- ✦ Transporte de residuos
- ✦ Tratamiento de residuos

- Disposición de residuos
- Recuperación de residuos
 - Reciclaje
- ✦ Manejo/manipulación informal/ilegal de residuos

Investigación de referentes nacionales e internacionales

Una vez identificados los conceptos, se debe investigar, comparar y analizar las definiciones nacionales e internacionales para cada uno de ellos. Posteriormente, se selecciona una definición para la discusión con los actores involucrados en mesas de trabajo.

Los principales referentes nacionales e internacionales analizados son:

Tabla 8. Referentes nacionales e internacionales

Referente nacional	Referente internacional
<ul style="list-style-type: none"> • Congreso de la República • DANE • Ministerio de Desarrollo Económico • Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento (CE) 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las estadísticas sobre residuos. • UNSD/UNEP (Cuestionario 2020 sobre estadísticas ambientales). • OCDE, <i>Glosario de términos estadísticos</i> de 2008. • SCAE. • Eurostat. • GTEIA (UNECE, 2022).

■ Fuente: elaboración propia.



Tabla 9. Análisis de referentes por concepto

Concepto	Referente nacional	Referente internacional	Concepto	Referente nacional	Referente internacional
<ul style="list-style-type: none"> Residuo 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto 2981 de 2013 sobre el servicio público de aseo. Ley 1259 de 2008. 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento (CE) 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las estadísticas sobre residuos. UNSD/UNEP (Cuestionario 2020 sobre estadísticas ambientales). OCDE. SCAE. Eurostat (Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos y por la que se derogan determinadas directivas). GTEIA. 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto 1713 de 2002, el cual fue derogado en su totalidad por el Decreto 2981 de 2013. CIIU rev. 4.0, grupo 381*. 	<ul style="list-style-type: none"> Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, con sus modificaciones y actualizaciones, siendo la última del año 2018. GTEIA.
<ul style="list-style-type: none"> Residuos municipales 	<ul style="list-style-type: none"> No se identifica. 	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario de la OCDE y la Eurostat. Definición ratificada en el <i>Guidance on municipal waste data collection</i>, publicado en 2016 por la Eurostat. OCDE, UNSD/UNEP, EU Waste Framework Directive. OCDE. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo, Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, texto pertinente a efectos del EEE de 30 de mayo de 2018. UNSD/UNEP (Cuestionario 2020 sobre Estadísticas Ambientales). Definición seleccionada por el grupo de trabajo sobre estadísticas de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> Transporte de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> No se identifica. 	<ul style="list-style-type: none"> GTEIA.
<ul style="list-style-type: none"> Gestión de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto 2981 de 2013, artículo 2 (define el concepto «gestión integral de residuos»). 	<ul style="list-style-type: none"> SCAE. OCDE, <i>Glossary of statistical terms</i> de 2008. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, modificada por la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, texto pertinente a efectos del EEE de 30 de mayo de 2018. UNECE (Waste management). 	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto 1713 de 2002. Decreto 1784 de 2017 y Resolución 938 de 2019. CIIU rev. 4* y Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas en la Comunidad Europea (NACE Rev. 2). Grupo 382 «Tratamiento y disposición de desechos». 	<ul style="list-style-type: none"> SCAE. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos en su última versión (2018) OCDE, <i>Glossary of statistical terms</i> 2008.
<ul style="list-style-type: none"> Disposición de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto 838 de 2005, artículo 1º, y Ley 1672 de 2013. CIIU rev. 4* y Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas en la Comunidad Europea (NACE Rev. 2). Grupo 382 «Tratamiento y disposición de desechos». 	<ul style="list-style-type: none"> Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos en su última versión (2018) (en inglés está como «disposal» y en español como «eliminación»). OCDE. SCAE. 			



Concepto	Referente nacional	Referente internacional
<ul style="list-style-type: none"> Recuperación de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> CIU rev. 4. Grupo 3830* «Recuperación de materiales». Decreto 2981 de 2013, artículo 2°. 	<ul style="list-style-type: none"> Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos en su última versión (2018) (en la normativa de la UE en inglés, el término está como «disposal», y en la normativa de la UE, que está en español, como «eliminación»). SCAE. Naciones Unidas, 1997, aprovechamiento.
<ul style="list-style-type: none"> Reciclaje 	<ul style="list-style-type: none"> Ley 1259 de 2008 sobre el comparendo ambiental. Decreto 1713 de 2002 sobre la prestación del servicio público de aseo, derogado por el Decreto 2981 de 2013. Decreto 2981 de 2013 que reglamenta la prestación del servicio público de aseo. 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento (CE) 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las estadísticas sobre residuos. Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los envases y residuos de envases. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos, por la que se derogan determinadas directivas. OCDE, <i>Glossary of statistical terms</i> 2008. Eurostat. UNSD/UNEP (Cuestionario 2020 sobre Estadísticas Ambientales). Eurostat/OECD. GTEIA.
<ul style="list-style-type: none"> Manejo/manipulación información/ ilegal de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> No se identifica. 	<ul style="list-style-type: none"> GTEIA.

Actores involucrados

Los actores involucrados son aquellos cuyas funciones y competencias se fundamentan en la formación de políticas y regulaciones, así como en la administración de la información asociada a la gestión de residuos y GEI del sector. Durante la consultoría se realizó la validación de los conceptos seleccionados con la participación de 11 entidades (35 funcionarios) mediante mesas de trabajo. Se utilizó la metodología del «café del mundo», por ser un método fácil de usar para crear «redes vivas» de diálogo colaborativo. Las entidades que participaron son:

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
- Secretaría Distrital de Ambiente (Bogotá) (SDA)
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente)
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda)
- Departamento Nacional de Planeación (DNP)
- Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)
- Agencia Nacional Minera (ANM)

📄 Fuente: elaboración propia. *DANE, 2020a.



C. PROPUESTA DE CONCEPTOS DEFINITIVOS

Conceptos relativos a residuos

Para cada concepto se propuso una definición, analizada con base en los referentes, las observaciones presentadas por el GTEIA y el contexto nacional. Esta se sometió a discusión con las entidades, obteniendo la siguiente propuesta de conceptos estandarizados.

@ JasminkaM/shutterstock.com



Tabla 10. Propuesta final de estandarización de conceptos

Concepto	Propuesta final
<ul style="list-style-type: none"> • Residuo 	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos. Es un objeto, material o elemento principalmente sólido que —según sus propios objetivos de producción, transformación o consumo— ha dejado de tener utilidad para quien lo ha generado, por lo que es descartado de forma voluntaria u obligatoria para su aprovechamiento, disposición o liberación al ambiente.
<ul style="list-style-type: none"> • Residuos municipales 	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos municipales. Son aquellos residuos, principalmente en estado sólido, procedentes de residencias, comercio e instituciones, además de los residuos de determinados servicios municipales como, por ejemplo, los residuos del mantenimiento de parques y jardines y los residuos de los servicios de limpieza de las calles (barrido de calles, contenido de los contenedores de basura, residuos de la poda de árboles y corte de césped). • También son residuos municipales aquellos que provienen de otras fuentes y actividades, como por ejemplo la industria, siempre y cuando estos sean similares en naturaleza y composición a los residuos de origen doméstico. • Los residuos municipales no comprenden los residuos peligrosos; voluminosos; aquellos procedentes de los sectores industrial, manufacturero y agropecuario; los pozos sépticos; y los residuos provenientes de la red de alcantarillado y las plantas de tratamiento de aguas residuales, incluidos los lodos de depuradora, los vehículos al final de su vida útil y los residuos de construcción y demolición.
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de residuos sólidos. Es el conjunto de actividades y medidas del sector formal, realizadas por gestores autorizados, dirigidas a prevenir la generación y minimizar la cantidad de residuos sólidos con destino a disposición final o que podrían ser liberados al ambiente. • Comprende las actividades de prevención, minimización, recolección y tratamiento (aprovechamiento y disposición), incluidas las actividades de seguimiento, regulación y clausura. Su fin es disminuir los impactos socioambientales.
<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Es la acción de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios contenedores.
<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Es el traslado de residuos de un lugar a otro con un fin determinado, de acuerdo con la normatividad vigente.
<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de residuos sólidos. Conjunto de operaciones, procesos o técnicas de recuperación o disposición a través de las cuales se modifican las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, disminuyendo los impactos socioambientales de un manejo inadecuado. Incluye la preparación anterior al tratamiento.



- **Disposición de residuos**

- Son las operaciones de tratamiento, aislamiento y/o confinación de residuos sólidos en lugares especialmente seleccionados, autorizados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. El objetivo principal de estas operaciones no es la recuperación de materiales o energía.

- **Recuperación de residuos**

- **Aprovechamiento de residuos sólidos.** Conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales los materiales son recuperados y se reincorporan al ciclo económico y productivo de forma eficiente. Puede ser por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

- **Reciclaje**

- Cualquier operación de recuperación a través de la cual los residuos son transformados en productos, materiales o sustancias, sea con la finalidad original o con cualquier otra, reemplazando materia prima virgen y logrando que estos sean reincorporados al ciclo productivo.
- El reciclaje puede dividirse en las subcategorías «reciclaje de materiales» y «reciclaje, compostaje y digestión».

- **Manejo/manipulación informal/ilegal de residuos**

- **Gestión informal de residuos.** Es el manejo de residuos por parte de personas naturales o jurídicas que no hacen parte del sector formal.

 **Fuente:** elaboración propia.

Para futuros escenarios, es importante tener presente que en Colombia la mayoría de las definiciones sobre residuos no contemplan el universo de actores, fuentes de generación de residuos (sector agrícola, sector minero, sector industrial) y tipos de residuos, dado que el enfoque se limita a los residuos sólidos municipales. Sumado a ello, es importante tener en consideración que es un término cuya definición aún no es contemplada en el país. Por otra parte, las definiciones estructurales sobre residuos aún están dispersas en normas distintas que se generan por diferentes entidades, lo que

da lugar a información que puede ser a veces contraria, incoherente y/o incompatible.

A partir de las mesas de trabajo surgió la necesidad de modificar la definición de «aprovechamiento» establecida en el artículo 2 del Decreto 2981 de 2013 (que reglamenta la prestación del servicio público de aseo) y en el artículo 2 del Decreto 596 de 2016 (que define el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo), dado que con esta se limita el aprovechamiento a los siguientes tipos de residuos: papel, cartón, metales, plásticos, vidrio, textil y madera. Esto deja a otros residuos con

potencial de aprovechamiento en un limbo. En el marco del servicio público de aseo, quedarían entonces los residuos orgánicos como residuos «no aprovechables», y en el marco de los residuos generados por otros sectores, la definición no sería compatible con un sinnúmero de residuos con potencial de aprovechamiento que no hacen parte de esa limitada lista, y que se catalogan como aprovechables o recuperables en registros como el RESPEL y el RUAMF. Cabe resaltar que esta limitación no es comparable con ninguno de los lineamientos y las definiciones estudiadas a nivel internacional. Es decir que hay un con-

senso frente al potencial de aprovechamiento de los residuos orgánicos, entre otros residuos, a nivel internacional. Por lo anterior, se plantea una nueva definición para aprovechamiento, la cual se construyó con las contrapartes.

En general, la ausencia de una ley unificada de residuos sólidos para el país y una estructura clara de gobernanza sobre el tema implica que cada entidad se encarga de resolver la gestión de los residuos que están a su cargo en el marco de su misionalidad, generando información fragmentada que no es comparable y que no está armonizada.



Conceptos relativos a GEI del sector residuos

En relación con las definiciones de GEI, a nivel nacional la diferencia no es tan significativa como en el caso de los residuos, debido a que existe un marco común definido a nivel internacional por el IPCC que el país ha tomado como referente. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentan las principales definiciones de GEI asociadas al sector residuos.

Tabla 11. Conceptos GEI del sector residuos

Concepto	Fuente	Propuesta final
Carbono orgánico degradable	IPCC	El carbono orgánico degradable es el carbono orgánico que puede ser objeto de descomposición bioquímica. Debe expresarse como gigagramos de bióxido de carbono equivalente (Gg de C) por Gg de desechos.
Dióxido de carbono (CO₂)	Resolución 1447 de 2018	Este gas se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, por cambios en el uso de las tierras y por otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta el equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros GEI y, por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento global de 1.
	IPCC	Gas de origen natural y subproducto también de la combustión de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil (como el petróleo, el gas o el carbón), de la quema de biomasa y de los cambios de uso del suelo y otros procesos industriales (p. ej. la producción de cemento). Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta el equilibrio radiactivo de la Tierra.
Dióxido de carbono (CO₂) equivalente	Resolución 1447 de 2018	Unidad de medición que compara el potencial de calentamiento global de cada uno de los GEI con respecto al dióxido de carbono.
	IPCC	Cantidad de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiactivo que una cantidad dada de otro gas de efecto invernadero.
	ISO 14064 2018	Unidad para comparar el forzamiento radiactivo de un GEI con el dióxido de carbono. El equivalente de dióxido de carbono se calcula utilizando la masa de un GEI determinado multiplicada por su potencial de calentamiento global.
Emisiones de GEI	Resolución 1447 de 2018	Es la liberación a la atmósfera de la masa de un GEI.
Gases de efecto invernadero (GEI)	Resolución 1447 de 2018	Son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y reemiten radiación infrarroja, de acuerdo con lo definido por la CMNUCC.
	IPCC	Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, la propia atmósfera y las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H ₂ O), el dióxido de carbono (CO ₂), el óxido nitroso (N ₂ O), el metano (CH ₄) y el ozono (O ₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropogénicos, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO ₂ , N ₂ O y CH ₄ , el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF ₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).



© Krakenimages.com/shutterstock.com



Sumidero	Política Nacional de Cambio Climático (2017)	Se entiende como cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera.
	IPCC	Todo proceso, actividad o mecanismo que sustrae de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de cualquiera de ellos.
Inventario nacional de gases de efecto invernadero	IDEAM	Es la cuantificación de la cantidad de GEI emitidos hacia la atmósfera como producto de fuentes antropogénicas y de la cantidad de absorciones por sumideros de carbono ocurridas en un país durante un periodo de tiempo específico.
Metano	IPCC	Es uno de los seis GEI que se deben reducir en el marco del Protocolo de Kyoto. Es el componente principal del gas natural y está asociado a todos los hidrocarburos utilizados como combustibles. Se producen emisiones significativas a causa de la ganadería y la agricultura, y su gestión representa una importante posibilidad de mitigación.
Mitigación	Política Nacional de Cambio Climático (2017)	Son las operaciones de tratamiento, aislamiento y/o confinación de residuos sólidos en lugares especialmente seleccionados, autorizados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. El objetivo principal de estas operaciones no es la recuperación de materiales o energía.
	IPCC	Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero.
Óxido nitroso (N₂O)	IPCC	Es uno de los seis GEI que se deben reducir en el marco del Protocolo de Kyoto. La fuente antropogénica principal de N ₂ O es la agricultura (la gestión del suelo y del estiércol), pero hay también aportaciones importantes provenientes del tratamiento de aguas residuales, la quema de combustibles fósiles y los procesos industriales químicos. El N ₂ O también es producido naturalmente por muy diversas fuentes biológicas presentes en el suelo y en el agua, particularmente por la acción microbiana en los bosques tropicales húmedos.
Remoción de GEI	Resolución 1447 de 2018	Es la masa de GEI retirada de la atmósfera.
	ISO 14064 2018	Acción de retirar un GEI de la atmósfera mediante sumideros de GEI.

📄 Fuente: elaboración propia.

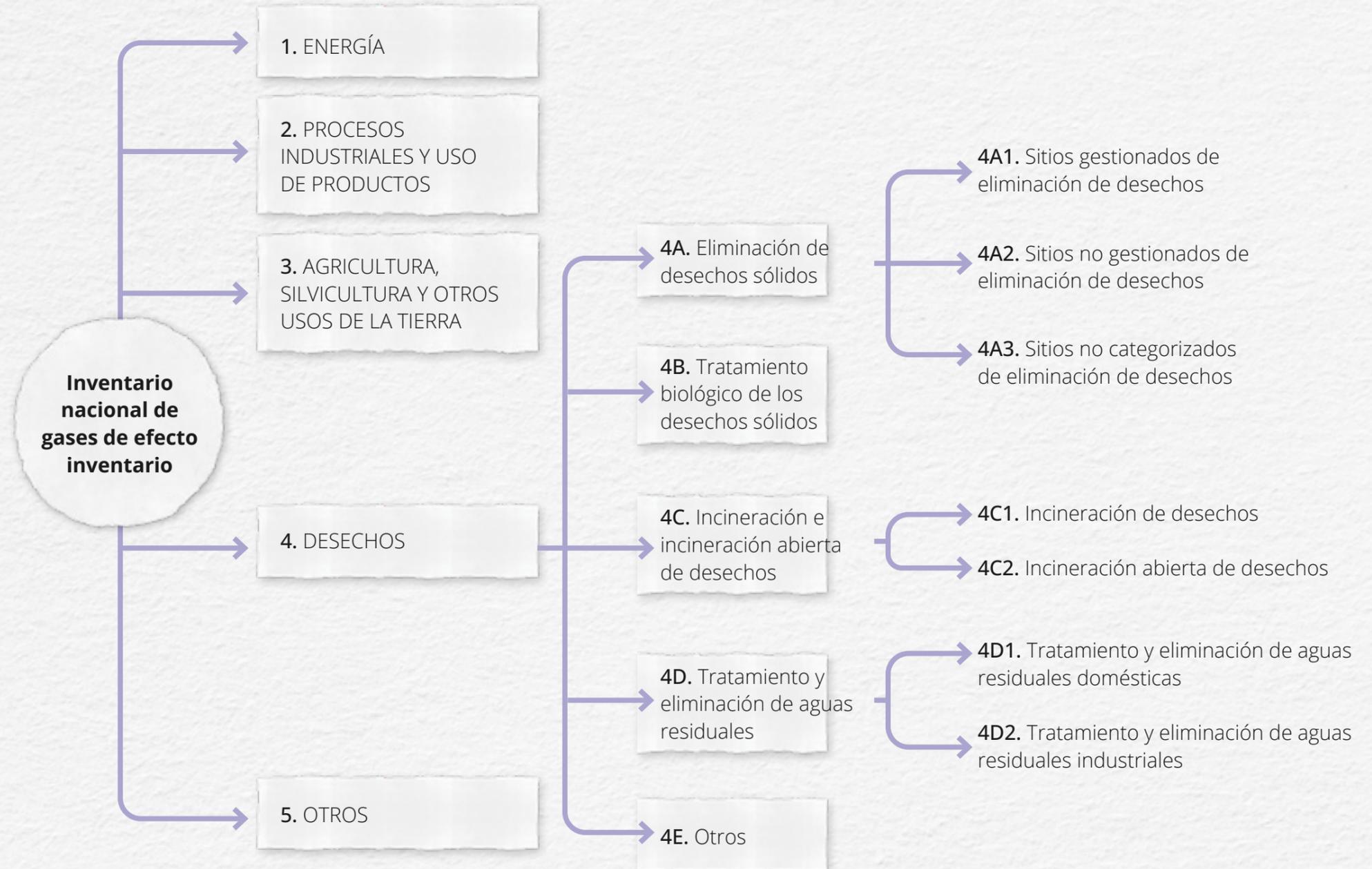
De acuerdo con el IPCC (2006), las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) generadas por los residuos se pueden estimar a partir de su volumen de generación, y proceden de acuerdo con las siguientes categorías:

- ✦ Eliminación de desechos sólidos.
- ✦ Tratamiento biológico de los desechos sólidos.
- ✦ Incineración e incineración abierta de desechos.
- ✦ Tratamiento y eliminación de aguas residuales.

De acuerdo con el diagrama propuesto por la UNECE, las liberaciones al ambiente corresponden a las categorías de eliminación, tratamiento, incineración y otros, presentadas en el anterior diagrama.

Contar con un referente internacional que estandarice la información y el entendimiento asociado al cambio climático y los gases de efecto invernadero, como es el IPCC, permite orientar al país de manera clara sobre cómo gestionar la información asociada a los GEI del sector de residuos. Así, se evidencia que los conceptos empleados en el país, si bien se adoptan y adaptan, mantienen su coherencia con lo que define el IPCC.

Diagrama 3. Estructura de GEI del sector desechos



Fuente: IPCC, 2006.



DESARROLLO TÉCNICO

A. DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA

Con base en el marco legal y el marco conceptual, a continuación se analizan los requerimientos y recursos normativos, institucionales y tecnológicos para producir información estadística en el marco del presente piloto de interoperabilidad. Para esto se partirá de las políticas públicas presentes en Colombia para la gestión de residuos y GEI del sector, así como para el manejo de información y gobierno digital. Posteriormente se analizarán los sistemas de información presentes en las instituciones generadoras de información estadística, sobre las cuales se comentarán brevemente sus características y las ventajas por las cuales fueron elegidas como oportunas para ser las fuentes de información del presente piloto. Finalmente, siguiendo los modelos de información mencionados en el marco conceptual, y dadas las características de los sistemas de información (SI) seleccionados y los estándares estadísticos establecidos por institu-

ciones nacionales como el SEN, se hará un análisis de la idoneidad del estándar de transmisión de información SMDX para emplear en la arquitectura del SI necesario. Así, se podrá realizar un proceso de interoperabilidad exitoso entre los SI mencionados previamente y las respectivas instituciones que los administran, de manera que puedan ser escalados e implementados correctamente en otras SI y entidades que lo requieren.

Con lo mencionado anteriormente, se procedió con la identificación de las necesidades de información, dentro de las que se incluye un análisis de los usuarios que manifiestan necesidades para la producción de información estadística, al igual que aspectos relacionados con requerimientos internacionales, políticas y normatividad asociada de acuerdo con las competencias de las entidades nacionales. Así mismo, se describe la oferta de información relacionada con residuos sólidos y

GEI asociados al sector. Posterior a esto, se identifican las brechas relacionadas a la información estadística sobre los residuos sólidos y GEI. Inicialmente, las necesidades se soportan en los vacíos de información, así como en la alta dispersión de esta, debido a la falta de un ente centralizador que permita crear un estándar en la generación de información estadística para residuos sólidos y GEI del sector. De esta problemática nace la necesidad de construir el manual para la estandarización de los procesos de recopilación y análisis de datos (MED) sobre residuos sólidos en Colombia, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero del sector. Este ejercicio busca que el país cuente con un sistema unificado de información confiable que permita la toma de decisiones más acertadas para la transición hacia un modelo circular en la gestión de los residuos sólidos.





Necesidades de información

Con respecto a necesidades más específicas de la información, en el año 2020 el DANE llevó a cabo una serie de mesas de trabajo en el marco de la Mesa de Información de Residuos Sólidos (MIRS). Allí se plantearon siete necesidades de información en materia de estadísticas de residuos sólidos en Colombia:

- ✦ Es necesario crear un sistema de información que permita consolidar la información plasmada en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), pues actualmente no existe un repositorio que consolide la información cuantitativa para las estrategias de gestión territorial de los residuos sólidos.
- ✦ La información sobre residuos de construcción y demolición (RCD) está dispersa y requiere un mayor seguimiento. Las autoridades ambientales cuentan con los registros, pero estos no se consolidan de manera centralizada por algún ente de control.
- ✦ La información de los residuos de posconsumo tiene diferentes requerimientos metodológicos, por lo que es necesario estandarizar los métodos de producción de esta para lograr consolidar las salidas de datos en un solo ambiente.
- ✦ Se debe mejorar la sensibilización en temas de calidad para las fuentes

de información; es decir, aquellos proveedores de datos e información para las diferentes encuestas, registros administrativos, operaciones estadísticas o los sistemas de información relativa a residuos sólidos. Esto es especialmente importante para el sector de saneamiento y aseo.

- ✦ Hay que medir y calcular la generación de residuos sólidos del sector agropecuario, para completar el análisis sectorial y las mediciones agregadas de los flujos de materiales de residuos en Colombia.
- ✦ Se debe ampliar la cobertura de la medición sobre generación en los hogares, dado que el sector rural presenta otras dinámicas y en muchas ocasiones no tiene cobertura del servicio público de aseo.

Adicional a esto, en la mesa de trabajo las contrapartes Minvivienda, UAESP, DNP, SDA, ANLA, Minenergía e IDEAM identificaron las siguientes necesidades:

- ✓ Consolidación de información sobre gestión de residuos en el ámbito rural, con información de actores de la gestión de residuos y disposición de la información para procesos de planificación.

- ✓ Estimación de toneladas generadas, caracterización de los residuos regularmente y generación de reportes en un sistema único de información.
- ✓ Centralización y territorialización de la información, y contar con un sistema de información que consolide la información de los RCD, tanto a nivel nacional como local, y generación de un SI para residuos especiales.
- ✓ Definición de protocolos para la entrega de información y habilitación de métodos para la comunicación y el acceso a la información en zonas no interconectadas.

Es importante analizar también los avances que ha tenido Colombia en la adopción de políticas, normas y modelos para el manejo de residuos sólidos. Cabe resaltar lo establecido en la política nacional para la gestión integral de residuos sólidos (CONPES 3874 de 2016), donde se definieron metas importantes, como un reciclaje del 30 % para Colombia en el 2030. Para esta consultoría es relevante el cuarto eje de esta política, que establece acciones para mejorar el reporte de monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para hacer seguimiento a la política pública de la gestión integral de

residuos sólidos (GIRS). Por otro lado, el CONPES 3874 de 2016 propone también la obtención de información sobre los flujos de entrada y salida de corrientes de residuos, con el fin de unificar diversos tipos de datos de residuos en un único sistema de información (SI) y atender las necesidades previamente mencionadas.

Igualmente, es importante resaltar la implementación del Observatorio Nacional de Reciclaje por parte del Minvivienda y el fortalecimiento del SUI por parte de la SSPD, pues con ello se busca garantizar su estabilidad, robustez, oportunidad y transparencia, como herramienta informática de reporte de información y de generación de informes anuales sobre disposición final y aprovechamiento.

Para lograr el cumplimiento de las metas establecidas por las políticas y reglamentaciones, es necesario contar con información oportuna y veraz, por lo que se han puesto en marcha diversos SI asociados a la temática de estudio. Se tuvo en cuenta, por ejemplo, el procedimiento para la detección y el análisis de requerimientos propuesto por el DANE (2020a) y la identificación de actores relacionados con la gestión de la información sobre estadísticas de residuos, con lo cual se dividió a estos actores en: generadores de datos, aquellos que sistematizan la información y consumidores de datos. A continuación se presenta la tabla que resume la identificación de estos actores.



Tabla 12. Tipos de actores relacionados con las estadísticas de residuos en Colombia

Residuo/ material	Actores que sistematizan la información Actores que consumen la información		Actores generadores de datos
	Actor	SI, OOE, RA	
Actores generadores de residuos: <ul style="list-style-type: none"> • Sector industrial. • Sector agropecuario. • Sector minero, eléctrico y de hidrocarburos. • Sector de la construcción. • Sector manufacturero. • Sector comercial (empresas, hoteles, plazas de mercado, grandes generadores, etc.). • Hogares. • Instituciones (entidades e instituciones educativas). • Hospitales y otros actores generadores de residuos peligrosos (veterinarias, peluquerías, etc.). • Parques. 	DANE	CAEFM-RS, reportes de economía circular, CSA, EAI, EAM, EAH, ECV, CPC, registro de importaciones y exportaciones de residuos (DIAN).	
	SSPD	SUI, informe de aprovechamiento, informe de disposición final.	
	IDEAM	RUA-MF, registro RESPEL, PCB	Minvivienda, Minambiente,
	Minambiente	Registro de RCD, registro de exportación de residuos peligrosos, VITAL (posconsumo).	DANE Minsalud,
	ANLA	RUIA, ICA.	CRA, DNP,
	Entidades territoriales	PGIRS, observatorios*.	autoridades territoriales academia, observatorios.
Actores gestores de residuos: <ul style="list-style-type: none"> • Empresas de servicios públicos domiciliarios. • Recicladores. • Actores que recolectan, reciben y/o tratan residuos (gestores RESPEL, gestores de residuos orgánicos, gestores posconsumo, gremios como la ANDI, Acoplásticos, etc.). 	Autoridades ambientales regionales (CAR y autoridades ambientales urbanas)	Registro de RCD**, registro de residuos con programas posconsumo***, PIGA, RUIA.	

* No se presenta en todos los municipios. Esta consultoría solo conoció los casos del Observatorio de Residuos Sólidos de la UAESP y el Observatorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, ambos de la ciudad de Bogotá.

** No se presenta en todos los municipios. Esta consultoría solo conoció el caso de la ventanilla virtual de la Secretaría Distrital de Ambiente, que registra información de generadores de RCD.

*** No se presenta en todos los municipios. Esta consultoría solo conoció el caso de la ventanilla virtual de la Secretaría Distrital de Ambiente (Bogotá), que registra información sobre la gestión de aceite vegetal usado (AVU), llantas y otros residuos con programas posconsumo.

**** No se presenta en todos los municipios. Esta consultoría solo conoció los casos del SIRHO de la Secretaría Distrital de Salud (Bogotá) y el SIRFRH1 de la Secretaría de Salud de Medellín. La información del SIRHO es revisada en términos de su calidad por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, que, a su vez, la ingresa al registro RESPEL del IDEAM.

Fuente: elaboración propia.



Oferta de información

Teniendo en cuenta la identificación de los actores para generar y sistematizar información, ahora se procede a analizar la oferta de información asociada con la generación y gestión de residuos sólidos y GEI del sector. Esta se centra en la generación de datos e indicadores por parte de las entidades nacionales, regionales y locales para recolectar, reportar, consolidar, administrar y publicar la información. Entre ellas, resaltan tres entidades que se encargan de administrar los SI y que consolidan la mayoría de la información asociada a residuos sólidos y GEI del sector en el país; estas son: la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE).

Además, el conjunto de componentes para la producción y difusión de las estadísticas a nivel nacional se encuentra compilado en el Sistema Estadístico Nacional (SEN), apoyado en las entidades y organizaciones productoras de información estadística (DANE, 2020c). El SEN se encarga de coordinar comités para organizar y agrupar las necesidades de información, y así establecer los planes de acción necesarios de acuerdo con lo reportado por dichas entidades. Adicionalmente, este se encarga de realizar el inventario y seguimiento a las operaciones estadísticas (OOEE), que se resumen en los boletines sectoriales, los cua-

les tienen como objetivo presentar las principales características de la oferta de OOEE generadas en los temas contemplados en el Plan Estadístico Nacional (PEN). Específicamente para temas ambientales y de servicios públicos domiciliarios, se cuenta con el boletín sectorial ambiental y el boletín sectorial de servicios públicos domiciliarios. En ellos se señalan las 14 entidades productoras de operaciones estadísticas:

- ✦ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI).
- ✦ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- ✦ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- ✦ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR).
- ✦ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente).
- ✦ Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- ✦ Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres (UNGRD).
- ✦ Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- ✦ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).
- ✦ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- ✦ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- ✦ Dirección General Marítima (DIMAR).
- ✦ Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- ✦ Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).

Existen ocho OOEE relacionadas con el manejo de residuos sólidos y GEI del sector de servicios públicos, de las cuales cuatro se encuentran certificadas a la fecha y una se encuentra en proceso de evaluación para el año 2022.

En la siguiente tabla se identificaron las diferentes fuentes de información que incluyen las OOEE mencionadas.



Tabla 13. Oferta de información sobre residuos sólidos identificadas en Colombia

Residuo/ material	Tipo de información	Disposición final de residuos municipales	Entidad encargada (fuente)	Cobertura geográfica	Desagregación geográfica para los resultados
Residuos no peligrosos*	Disposición final de residuos municipales.	SUI (disposición final)	SSPD	Nacional	Municipal y departamental.
	Material recuperado y reciclaje por parte de las organizaciones de recicladores.	SUI (aprovechamiento)	SSPD	Nacional	N. D.
	Generación y manejo de residuos industriales.	EAI*	DANE	Nacional	Seis regiones geográficas y grupos de actividad económica.
	Importaciones y exportaciones de residuos.	Importaciones y exportaciones	DANE	Todo el movimiento legal de las mercancías compradas a otros países.	Departamental
	Generación y manejo de residuos no peligrosos por parte de la industria manufacturera.	RUA-MF	IDEAM	Nacional	N. D.
	Generación, recuperación y disposición de residuos municipales.	PGIRS	Entidades municipales	Municipal	N. D.
	Generación de residuos aprovechables por tipo de material en el sector público distrital.	PIGA	Entidades municipales	Bogotá	N. D.
	Generación de residuos aprovechables por tipo de material en el sector público distrital.	PIGA	Entidades municipales	Bogotá	N. D.



Residuo/ material	Tipo de información	Disposición final de residuos municipales	Entidad encargada (fuente)	Cobertura geográfica	Desagregación geográfica para los resultados
	Generación y manejo de residuos peligrosos por parte de sus generadores.	Registro RESPEL	IDEAM	Nacional	Departamental y municipal.
	Generación y manejo de residuos peligrosos por parte de la industria manufacturera.	RUA MF	IDEAM	Nacional	Actividad económica, tamaño de empresa o por recurso natural.
	Registro de generación y gestión de bifenilos policlorados (PCB).	PCB	IDEAM	Nacional	Regiones, autoridad ambiental.
	Exportación de residuos peligrosos (Convenio de Basilea).	Encuesta Convenio de Basilea	Minambiente	Nacional	N. D.
Residuos peligrosos	Residuos peligrosos con programa posconsumo.	VITAL	ANLA/ Minambiente	Nacional	N. D.
	Estadísticas de exportaciones de mercancías.	Exportaciones	DANE	Todo el movimiento legal de las mercancías a nivel nacional vendidas a otros países.	Departamental
	Sistema de información de residuos hospitalarios y administrativos generados por las IPS de Bogotá.	SIRHO	SDS	Bogotá	N. D.
	Residuos peligrosos generados por entidades distritales.	PIGA	SDA	Bogotá	N. D.
	Recuperación de residuos con programa posconsumo que contienen residuos peligrosos.	PIGA	SDA	Bogotá	N. D.



Residuo/ material	Tipo de información	Disposición final de residuos municipales	Entidad encargada (fuente)	Cobertura geográfica	Desagregación geográfica para los resultados
Residuos especiales	Generación y manejo de residuos especiales (RCD, residuos voluminosos).	PGIRS	Entidad municipal	Municipal	Ninguna
	Residuos especiales (llantas, RCD y colchones) generados en el sector público.	PIGA	Entidad municipal	Bogotá	N. D.
	Registro de acopiador de llantas.	Ventanilla virtual	SDA	Bogotá	N. D.
	Generación y gestión de RCD.	Ventanilla virtual	SDA	Bogotá	N. D.
Residuos que se liberan al ambiente	Liberaciones al ambiente por parte de hogares.	ECV	DANE	Nacional	Departamental para cabeceras municipales.
	Botaderos no autorizados.	SUI	SSPD	Nacional	Municipal
	Vertimientos de lixiviados, y generación y tratamiento de GEI.	PGIRS	Entidad municipal	Municipal	Ninguna
Residuos en general	Compilación de toda la información sobre residuos.	CSA, CAEFM-RS, reportes de economía circular.	DANE	Nacional	Ninguna

*En Bogotá se identificaron los sistemas de información sobre recicladores y sus organizaciones (RURO y RUOR) y sobre la prestación del servicio público de aseo (SIGAB), pero no se incluyeron dado que no generan datos de utilidad para el MED.

Nota: los recuadros sombreados tienen asociada una OOOE y están certificados.

■ **Fuente:** la tabla recogió la información de Valopes (2021) y las observaciones generadas sobre dicho documento por la consultora Gopa Infra (2022), además de información recopilada por esta consultoría.



A continuación se revisan las fuentes de información identificadas y mencionadas en la tabla anterior que resultan de utilidad para el Manual de Estandarización de Datos relativos a residuos y GEI (MED):

Fuentes de información sobre residuos no peligrosos

Se identifica como principal OOOE para residuos de origen domiciliario el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Otras OOOE identificadas son el RUAMF del IDEAM, para el sector manufacturero; la EAI del DANE, para el sector industrial; y las operaciones de importaciones y exportaciones del DANE. Además, se tienen identificadas fuentes de información a nivel municipal y nacional.

Fuentes de información sobre residuos peligrosos

La principal OOOE sobre residuos peligrosos es el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos (RESPEL) del IDEAM. Es una fuente de información robusta que genera datos de calidad, al contar con un método para verificar la calidad de la información que ejecuta la autoridad ambiental competente en cada región del país. El RUAMF del IDEAM también genera información sobre los residuos peligrosos generados por el sector manufacturero, y su metodología de validación de la información también es verificada por las autoridades ambientales de cada región.

Fuentes de información sobre residuos de manejo especial

En cuanto a los residuos de manejo especial, se tienen identificadas fuentes a nivel municipal (PGIRS) y distrital (SDA).

Fuentes de información sobre liberaciones al ambiente

En cuanto a fuentes de información sobre residuos y/o sustancias derivadas de residuos que son liberadas al ambiente, el PGIRS genera algunos indicadores relacionados con la generación y el vertimiento de lixiviados, además de la emisión y el tratamiento de GEI. No obstante, como se informó previamente, esta información no se encuentra sistematizada en un sistema de información u OOOE y no todos los municipios reportan esta información. Por otra parte, el SUI genera información sobre los residuos que están siendo dispuestos en botaderos no autorizados, y la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) genera información sobre el mal manejo de residuos por parte de personas naturales.

Fuentes de información sobre residuos en general

La Cuenta Ambiental y Económica de Flujos de Materiales – Residuos Sólidos (CAEFM-RS) es una OOOE de estadística derivada generada por el DANE que recoge la información de diversas fuentes que permiten conocer el flujo de materiales y exportaciones de residuos. Allí se contemplan todas las fases del marco conceptual de la UNECE (2022) y el modelo está armonizado

con los lineamientos del SCAE, que a su vez se encuentra armonizado con los lineamientos de la Eurostat. Remitirse al diagrama 6 para observar el ecosistema de las fuentes de información de residuos en general.

Fuentes de información asociadas a la gestión de GEI del sector de residuos sólidos

El sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de las acciones de mitigación a nivel nacional tiene la finalidad de consolidar políticas, planes, estrategias y sistemas que permitan la gestión de la información relacionada a cambio climático. Este define dos alcances: el primero está asociado al uso de la información relacionada con las emisiones de GEI a niveles nacional, subnacional y sectorial; y el segundo, al uso de la información asociada a los resultados de mitigación de GEI. Este sistema es administrado por el IDEAM y está conformado por los siguientes sistemas (IDEAM *et al.*, 2018):

- Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI).
- Registro Nacional de Reducción de Emisiones de GEI (RENARE).
- Sistema de Contabilidad de Reducción y Remoción de GEI.
- Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC).

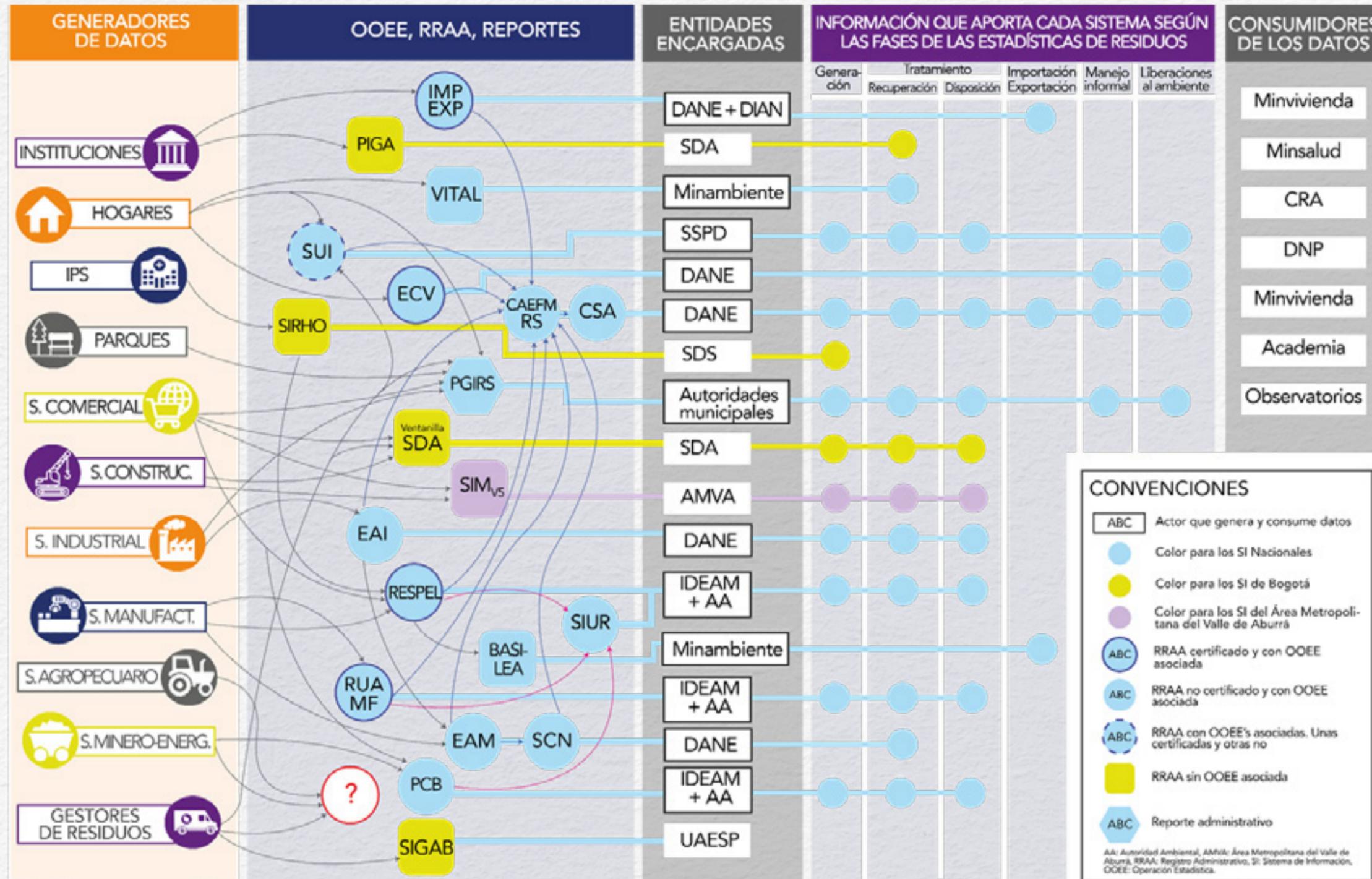
Cabe recalcar que toda la caracterización de estas fuentes de información ya se encuentra identificada y validada por las contrapartes. En el siguiente diagrama se muestra el ecosistema de fuentes de información sobre residuos sólidos, tanto del orden nacional como del orden municipal:

 Sirisak_baokaew/shutterstock.com





Diagrama 4. Ecosistema de fuentes de información identificadas para los residuos sólidos en Colombia



Fuente: elaboración propia.



Brechas

Como resultado de los ejercicios de esta consultoría, se pueden identificar diferentes brechas como:

✦ Información dispersa

No contar con una ley unificada de residuos ni un modelo de gobernanza definido para este sector provoca dispersión de la información.

✦ Distintas categorías para la clasificación de los datos

Al tener diferentes fuentes de información a lo largo del país, hay clasificaciones distintas para los residuos que se generan. No contar con una unificación de la clasificación de los residuos en el país afecta la calidad de la información, por lo que no es comparable ni a nivel nacional ni a nivel internacional.

✦ Hay varias operaciones estadísticas identificadas que no se encuentran certificadas, principalmente en el ámbito territorial

Las OOE que no se encuentran certificadas generan dificultades para la estandarización de la información. Esto, sumado a las debilidades institucionales de los territorios para el reporte de información suficiente y de calidad, aumenta las brechas para el análisis y la comparabilidad de la

información de las diferentes ciudades del país. Adicionalmente, no se ha determinado un mecanismo para verificar la calidad de la información.

✦ No se contempla la «historia completa de los residuos»

No se tienen en cuenta todas las fases de gestión de los residuos, debido a la falta de información de múltiples fuentes, lo que impacta en las brechas de información (referirse al documento «Detección y análisis de requerimientos» para más información).

✦ Hay fuentes generadoras de residuos de las que no se tiene (o se tiene muy poca) información

Esta brecha afecta directamente a la anterior, ya que no se tiene en el panorama abarcar las 19 fuentes de generación de información, con sus 51 categorías de residuos establecidas por el la Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas de la Comunidad Europea (NACE) utilizada por la Unión Europea. Este sistema de clasificación de las actividades económicas sirve para la organización y el registro de datos, así como para las estadísticas oficiales de cada Estado miembro. Por esta razón, se recomienda la inclusión de este marco sobre los SI para la generación y gestión de residuos sólidos y GEI en Colombia.

En cuando a la falta de información de residuos de varias fuentes, existe un déficit de información sistematizada sobre la generación y gestión de residuos de varios sectores que se encuentran ya identificados.

✦ Existen brechas relacionadas con los GEI asociados al sector residuos

Hay brechas en el mantenimiento y uso de la información actualizada sobre los factores de emisión y los datos de actividades para que las fuentes puedan realizar las estimaciones de GEI. La actualización de estos datos hace que se sea necesario fortalecer los canales de comunicación y generar estrategias de interrelación para mantener la información actualizada para todas las fuentes y entidades que interactúen con esta.

A partir de las necesidades, la oferta de información y las brechas encontradas para los SI en la generación y gestión de residuos sólidos y GEI, se encontraron diversas dimensiones con oportunidad de mejora, como la dificultad en la estandarización de la información para los diferentes SI, el acceso limitado a estos sistemas por la web (lo cual afecta la calidad de la información) y el bajo desempeño de las entidades a nivel nacional, lo cual constituye una barrera

para el desarrollo digital en el sector público. Por otro lado, hay también necesidades como la generación de las capacidades para los actores generadores de datos, el refuerzo de la actualización de información y la consolidación de la información estadística de forma estandarizada.

BillionPhotos/shutterstock.com





B. ANÁLISIS DE CAPACIDAD INSTALADA Y LIMITACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Teniendo en cuenta las necesidades de información, la oferta de información y las brechas de producción estadística, es necesario desarrollar un proceso de interoperabilidad que dirija las iniciativas de intercambio de información hacia interacciones entre las entidades públicas más eficientes, efectivas, oportunas y de alta calidad. Esto ayuda a reducir el costo y el esfuerzo necesarios para construir un entorno interoperable coherente, facilitando la prestación de trámites y servicios en línea que funcionan en conjunto tanto dentro como fuera de las entidades públicas.

Con base en lo anterior, se realizó un análisis de los SI generadores de datos con mayor relevancia asociados a residuos sólidos y GEI producidos a nivel nacional, en concordancia con los lineamientos definidos por el MinTIC, con el fin de identificar las similitudes y diferencias significativas que se presentan entre estos sistemas. Como resultado, se encontraron brechas y limitaciones para la implementación de soluciones de

interoperabilidad del ecosistema de información de residuos en el país.

Actualmente, la información relevante asociada a residuos sólidos y GEI del sector a nivel nacional está contenida en diversos formatos, bases de datos y sistemas de información, cada uno con particularidades tecnológicas y reglas de negocio distintas (políticas, normas, operaciones, definiciones y restricciones presentes en cada entidad o sistema de información que son de vital importancia para alcanzar los objetivos misionales), lo que dificulta la integración e interoperabilidad de los datos. Como consecuencia de esta fragmentación, no se cuenta con registro unificado de información que contenga flujos, datos e indicadores de los residuos, lo que conlleva a que hayan vacíos en la información disponible sobre los residuos sólidos y GEI del sector registrados por las entidades de servicios domiciliarios y diversas instituciones nacionales.

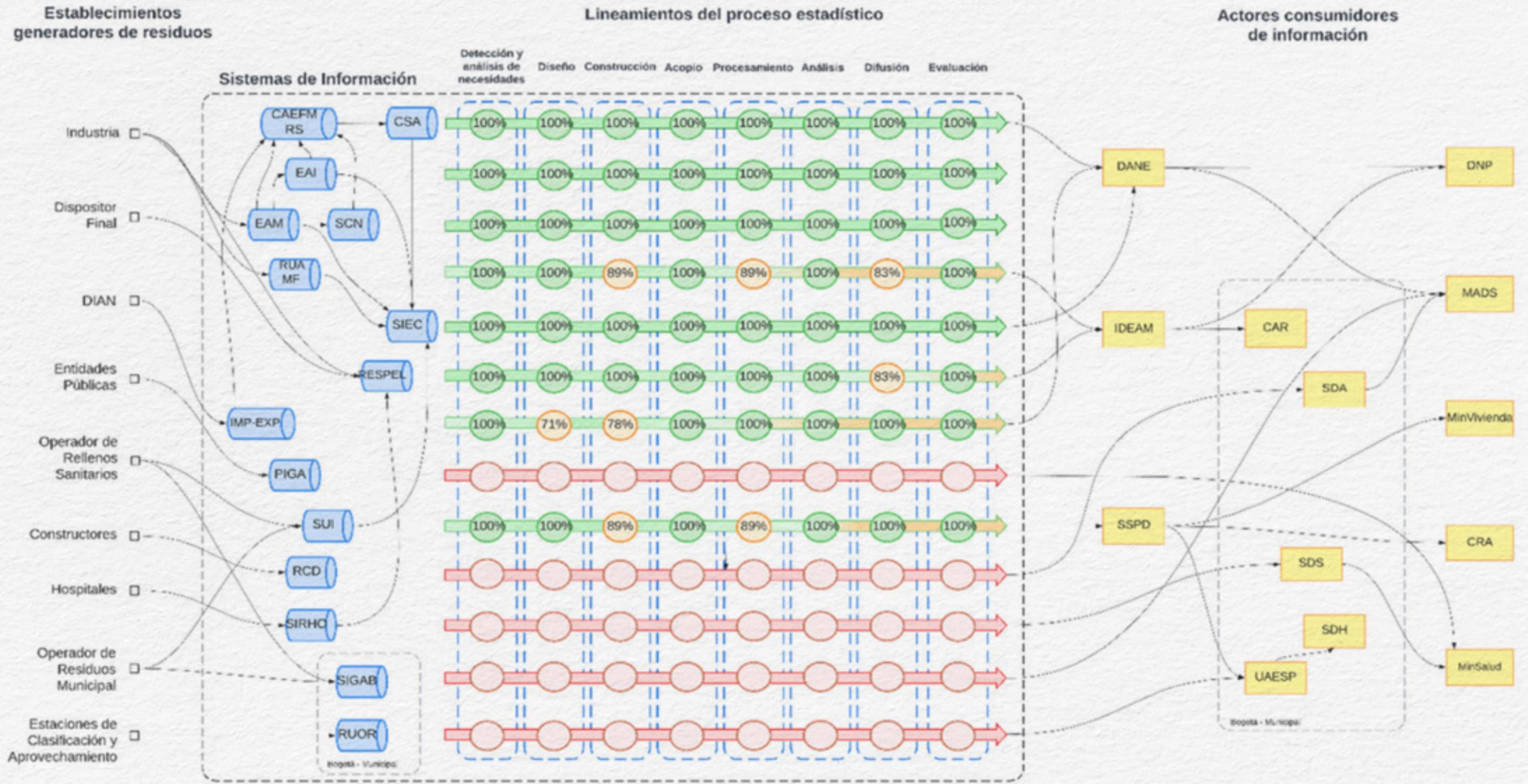
En respuesta, la interoperabilidad tiene como finalidad que todas las entidades de interés en la gestión de residuos sólidos y GEI del sector puedan cooperar y estar digitalmente conectadas de manera articulada como un único gran sistema. Con esto se busca garantizar el máximo aprovechamiento de las TIC en el desarrollo de sus funciones, facilitando no solo el intercambio de información entre los órganos territoriales y nacionales, sino también el acceso a la información por parte de la ciudadanía, lo que contribuye a hacer realidad los objetivos de la política pública de gobierno digital.

En este sentido, para implementar un marco de interoperabilidad que cumpla con todos estos retos se puede adoptar el modelo de madurez desarrollado por el MinTIC, el cual ayuda a identificar el estado de avance del cumplimiento de los lineamientos para cada uno de los dominios (político-legal, organizacional, semántico y técnico).

El modelo está compuesto por ocho fases (detección y análisis de necesidades, diseño, construcción, recolección/acopio, procesamiento, análisis, difusión y evaluación) y 51 subprocesos, mediante los cuales se busca contribuir a la comparabilidad, integración e interoperabilidad de la información estadística, de manera que se identifiquen la línea base de oferta y uso de flujos de materiales de los residuos sólidos; los actores y sus respectivos roles en el ecosistema; y las brechas y vacíos en la información.



Diagrama 5. Flujo de información general del proceso estadístico



Fuente: elaboración propia.



En la parte izquierda del diagrama se pueden identificar los actores que durante sus actividades diarias consumen y generan residuos y subproductos, y que por ende generan datos. En el centro se presentan diversos SI que capturan datos y los gestionan para producir información. Finalmente, en la derecha se encuentran las entidades públicas que consumen y hacen uso tanto de los datos como de la información extraída.

Así mismo, hay sistemas de información que son consumidores de la información arrojada por otros sistemas de información. Es el caso de la CAEFM-RS del DANE, que se alimenta de los datos reportados por el SUI de la SSPD; del RESPEL, que se alimenta del IDEAM y de la misma cuenta nacional de exportaciones; y de la EAI y la EAM, que se alimentan del DANE.

Una vez conocido el ecosistema, se procedió a realizar un análisis de gestión de la arquitectura de tecnología de cada SI. Para ello se elaboró el instrumento de caracterización de sistemas de información, el cual pretende identificar, caracterizar y registrar los sistemas y las arquitecturas de información, lenguajes, códigos y parámetros para la construcción de estos, con el fin de determinar las vías para la comparación e integración de los parámetros de dichos sistemas de información.

Tabla 14. Características de infraestructura para los sistemas de información

Nombre de la entidad - Nombre del sistema de información			
Tipo de operación	Nombre de la operación estadística.		
Encargado del sistema	Entidad a la que pertenece el sistema de información.	Cobertura	Tipo de cobertura.
Estándar empleado	Nombre(s) de los estándares empleados.		
¿Quién reporta?	Entidades y/o instituciones de las que provienen los datos que alimentan el sistema de información.		
Certificado	Responde a si o no está certificada la información manejada.	Frecuencia	Periodo en el que se publica o actualiza la información recibida.
¿Cómo se verifica la calidad de la información?	Descripción del proceso o procedimiento realizado para garantizar la calidad de la data.		
Características informáticas			
Clase de aplicación	Tipo de aplicación.		
Software de sistema	Nombre del <i>software</i> que utilizan.		
Sistema operativo	Nombre del sistema operativo.		
Acopio y almacenamiento	Software de programación	Nombre del <i>software</i> de programación que utilizan en el proceso de acopio y almacenamiento de datos.	
	Lenguaje de programación	Nombre del lenguaje de programación que utilizan en el proceso de acopio y almacenamiento de datos.	
Procesamiento y visualización	Software de programación	Nombre del <i>software</i> de programación que utilizan en el proceso de procesamiento y visualización de datos.	
	Lenguaje de programación	Nombre del software de programación que utilizan en el proceso de procesamiento y visualización de datos.	
Derechos de autor sobre <i>software</i>	¿Open Source, privativo?		

Fuente: elaboración propia.



Los sistemas de información cuya caracterización fue realizada con base en el formato anterior corresponden a:

- ✓ Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos (CAEMFM-RS).
- ✓ Encuesta ambiental industrial (EAI).
- ✓ Encuesta anual manufacturera (EAM).
- ✓ Operación estadística de generadores de residuos o desechos peligrosos (RESPEL).
- ✓ Registro único ambiental (RUA).
- ✓ Sistema Único de Información (SUI).

Estos sistemas de información mencionados se seleccionaron ya que cuentan con los datos relevantes respecto a la política de gobierno digital. Adicionalmente, presentan características como: consistencia en la base de datos, flujo de información adecuado y conexión con el sector ambiental, economía circular, residuos peligrosos, entre otros. Al mismo tiempo, se encuentran alineados con la Política Pública de Crecimiento Verde (CONPES 3934 de 2018).

En este análisis se comparan las capacidades técnicas y de infraestructura que maneja cada sistema de información en la gestión de

los datos, identificando las principales falencias de *software*, infraestructura y diseño de proceso estadístico (ver documento «Estructura análisis capacidad instalada»). Como resultado, se concluyó que la mayor parte de las entidades evaluadas presentan sistemas que, dadas sus características generales, pueden ser compatibles en cuanto a uso de *software* y programas de gestión de bases de datos. A su vez, cuentan con el mismo motor de bases de datos SQL y un uso generalizado del paquete de Microsoft Office y otros *softwares* especializados para el procesamiento de datos. Este hecho constituye una ventaja dadas sus similitudes técnicas, sin embargo, no se traduce en que dichos sistemas sean interoperables, dado que hay otros factores que representan discrepancias significativas entre los SI, tales como:

- ✓ Diseño del flujo de procesamiento.
- ✓ Formato y aplicativos de acopio.
- ✓ Cohesión procedimental y técnica entre las partes.
- ✓ Formatos de difusión y publicación de la información (unidades de medida).
- ✓ Tiempo de recolección.

- ✓ Tipo de reporte.
- ✓ Métodos de generación de indicadores estadísticos.

Sin embargo, también se evidenció que algunos de estos SI emplean modelos de datos y formatos de ficheros estándar, como el estándar de Formatos de Cumplimiento Ambiental, el estándar SDMX y el estándar de interoperabilidad del MinTIC, que tiene similitudes con SDMX. De acuerdo con esto, se puede concluir que una de las vías principales para lograr la interoperabilidad es el desarrollo de estándares y su adopción a gran escala. En ese sentido, se propone seguir el modelo propuesto por el MinTIC en el documento «Marco de interoperabilidad para el gobierno digital» y acatar los lineamientos indicados para lograr de forma ordenada, estructurada, eficiente y segura que los sistemas de información y sus diferentes integraciones estén alineados con los objetivos, minimizando los riesgos relacionados con calidad, costos, tiempo y alcance. Estos hallazgos se pueden aplicar más allá de las entidades contempladas en el presente piloto, de manera que cualquier intercambio de información en el que se involucren más entidades al modelo de interope-

rabilidad debe tener como lineamiento base el lenguaje común de intercambio de información.

Respecto a los derechos de autor y los permisos de uso de los programas para el acopio y procesamiento de los datos, las entidades que gestionan los SI cuentan con experiencia en el uso de *Open Source* o herramientas de código abierto, lo que facilita el intercambio, procesamiento y la difusión de datos entre entidades, y tampoco se requiere el uso de licencias adicionales dentro de ellos. También es importante tener en cuenta que cada SI tiene su propia taxonomía, ya que los datos se ingresan con diferentes estructuras (categorías de materiales, unidades de medida, frecuencia, entre otras características), por lo que se requiere que estas taxonomías estén alineadas. Se hace indispensable, entonces, la estandarización mediante metadatos como lo propone SDMX, ya que esto facilitaría que los procesos estadísticos puedan relacionar de manera adecuada los datos aprovechables que cada entidad publique, a pesar de que lo hagan con formatos, *software*, *hardware* o temporalidades distintas.



C. ANÁLISIS SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE OOEE, SI, REGISTROS Y ENCUESTAS

Con el objetivo de identificar la línea base de oferta y utilización de flujos de materiales de residuos sólidos, tener un contexto del ecosistema, e identificar las brechas y vacíos en la información, se analizaron las operaciones estadísticas y las tasas de aprovechamiento obtenidas a nivel nacional, distrital y municipal con la integración de la información que se produce en el país, a partir del inventario de Operación Estadística (OOEE) construido por el DANE. A partir de dicho análisis, que se encuentra detallado en el documento «Caracterización OOEE, SI, registros, encuestas», se identifica lo siguiente:

Nivel nacional

Servicio de aseo

La operación estadística de la disposición final a nivel nacional se construye a través de los registros administrativos suministrados por los prestadores del Servicio Público de Aseo al Sistema Único de Información (SUI) y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Con respecto a la fuente de información, se basa en los registros

administrativos reportados en el SUI por los prestadores de la actividad de disposición final, recolección y transporte de residuos no aprovechables del servicio público de aseo inscritos en el Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos Domiciliarios (RUPS).

Servicio de aseo-aprovechamiento

En cuanto al aprovechamiento, las personas registradas en la plataforma para el registro de los prestadores de aprovechamiento (RUPS) deben reportar la información al SUI. Con esta se construye la operación estadística de «información técnico-operativa y comercial del servicio de aseo-aprovechamiento», la cual tiene asociados los siguientes indicadores principales:

- Toneladas aprovechadas por departamento de origen de los residuos y año.
- Cantidad de prestadores inscritos en el RUPS por departamento.
- Toneladas aprovechadas por familia de material (papel y cartón, metales, plásticos, textiles, vidrio, madera).

Estadísticas sobre generadores de residuos o desechos peligrosos

El Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos es un instrumento de captura de información diseñado por el IDEAM que cual cuenta con información normalizada, homogénea y sistemática sobre la generación y el manejo de residuos o desechos peligrosos originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país. Es, por tanto, la OOEE de «estadísticas sobre generadores de residuos o desechos peligrosos».

Entre los principales indicadores que produce la operación estadística relacionados con la cantidad de residuos dispuestos destacan:

- Cantidad de residuos peligrosos generada, según corriente de residuo, actividad productiva y jurisdicción de autoridad ambiental.
- Cantidad de residuos peligrosos tratada, según corriente de residuo.
- Cantidad de residuos peligrosos aprovechada, según corriente de residuo.

- Cantidad de residuos peligrosos dispuesta, según corriente de residuo.
- Cantidad de residuos peligrosos manejada, según actividad productiva y tipo de manejo.

Estadística de monitoreo y seguimiento del RUA manufacturero

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial creó el Registro Único Ambiental (RUA), el cual permite el acopio, almacenamiento, procesamiento, análisis y consulta de indicadores e información sobre uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables originados por las actividades del sector manufacturero. Incluye información de las entradas (agua, energía, materias primas) y las salidas (energía, vertimientos, emisiones a la atmósfera productos y residuos) de cada actividad inscrita que reporta al Registro Único Ambiental del Sector Manufacturero (RUAMF).



📌 Cuenta Ambiental y Económica de Flujos de Materiales - Residuos Sólidos (CAEFM-RS)

La cuenta ambiental es generada por el DANE a partir de la consulta de información secundaria recolectada inicialmente por las siguientes OOOE. Esta incluye:

- Encuesta Ambiental Industrial (EAI).
- Encuesta Anual Manufacturera (EAM).
- Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos (RESPEL).
- Sistema Único de Información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI).
- Importaciones y exportaciones de productos residuales reportadas por la DIAN.

Tiene como objetivo organizar la información sobre la generación de residuos sólidos y la gestión de sus flujos hacia instalaciones de reciclado, rellenos sanitarios o directamente al ambiente, bajo un mismo marco de referencia. Además, proporciona medidas agregadas sobre volumen de residuos y productos residuales por tipo y permite obtener indicadores relacionados con la presión al ambiente, con el fin de analizar el impacto de los procesos de producción y los hábitos de consumo generados por la economía.

📌 Encuesta ambiental industrial (EAI)

La EAI tiene como objetivo obtener información de la inversión, los costos y los gastos asociados a las actividades de protección ambiental y gestión de recursos, la generación y gestión de residuos sólidos, el manejo del recurso hídrico y los instrumentos para la gestión ambiental de la industria manufacturera, con el fin de analizar el comportamiento del sector.

Dentro de los indicadores generados por la EAI relacionados con la generación y el tratamiento de residuos se encuentran:

- Cantidad de residuos convencionales dispuestos por la industria manufacturera, según tipo de residuo, grupos de divisiones industriales y región.
- Variación de residuos convencionales dispuestos por la industria manufacturera, por grupos de divisiones industriales y región.

Fuente: Las OOOE de nivel nacional agrupan la información reportada por cada municipio para generar indicadores de orden nacional o departamental. Pero estas cuentan también con información sobre disposición final y aprovechamiento asociada a cada municipio, con la cual se pueden generar iniciativas de indicadores municipales, como la tasa de aprovechamiento.

© Daniel Hernández.





Nivel regional



Bogotá

La oferta de información disponible sobre residuos sólidos para Bogotá D.C. se encuentra a continuación:

Tabla 15. Oferta de información sobre residuos sólidos de utilidad para el MED identificada para Bogotá por tipo de residuo

Residuo	Tipo de información	Nombre de la OOE, SI, RRAA, reporte administrativo	Entidad encargada (fuente)
Residuos no peligrosos*	Generación, recuperación y disposición de residuos municipales.	PGIRS	UAESP
	Generación de residuos aprovechables por tipo de material en el sector público distrital.	PIGA	SDA
	Generación, acopio y tratamiento de residuos sólidos municipales.	Observatorio de residuos sólidos de Bogotá	UAESP
Residuos peligrosos	Sistema de información de residuos hospitalarios y administrativos generados por las IPS de Bogotá.	SIRHO	SDS
	Residuos peligrosos generados por entidades distritales.	PIGA	SDA
	Recuperación de residuos con programa posconsumo que contienen residuos peligrosos.	PIGA	SDA
Residuos especiales**	Generación y manejo de residuos especiales (RCD, residuos voluminosos).	PGIRS	UAESP
	Residuos especiales (llantas, RCD y colchones) generados en el sector público.	PIGA	SDA
	Registro de acopiador de llantas.	Ventanilla virtual	SDA
	Generación y gestión de RCD.	Ventanilla virtual	SDA
Residuos que se liberan al ambiente	Vertimientos de lixiviados, generación y tratamiento de GEI.	PGIRS	Entidad municipal

* Para la ciudad se identificaron los sistemas de información sobre recicladores y sus organizaciones (Registro Único de Recicladores de Oficio [RURO] y Registro Único de organizaciones de Recicladores [RUOR]), además del Sistema de Información para la Gestión y Operación del Servicio Público de Aseo (SIGAB). Estos no se incluyen en la tabla dado que no generan datos de utilidad para el MED (de acuerdo con las recomendaciones de la Eurostat).

** Los residuos especiales no se consideran residuos peligrosos. Un residuo especial se define como aquel residuo voluminoso que no cuenta con características de peligrosidad, pero que requiere un manejo específico, como los residuos de construcción y demolición (RCD), el aceite vegetal usado (AVU), colchones y llantas.



Fuente: elaboración propia.



📍 Cali

La información relevante sobre residuos —adicional a la que se genera en el orden nacional— está presente tanto en la propuesta de actualización del PGIRS 2021-2027 como en la última caracterización de residuos sólidos en la fuente realizada por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Municipales (UAESPM), publicada en el año 2019. Estas generaron los siguientes datos para la medición de la tasa de reciclaje:

- PPC de residuos por día.
- Generación diaria de residuos en toneladas
- Participación en generación de residuos del sector urbano residencial (residencial, comercial, industrial e institucional).
- PPC del sector rural: kg/hab*día.
- Porcentaje de participación de los residuos orgánicos respecto a los residuos generados.
- Porcentaje de residuos que está compuesto por textiles, gomas, caucho, cuero, madera, cerámicos, cenizas, barrido, e higiénicos y sanitarios.

📍 Medellín

La información relevante asociada con residuos sólidos está presente en el «Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020-2023», en el «Informe de Calidad de Vida de Vida de Medellín 2016-2019», en el informe «Medellín Cómo Vamos, 2020» y en el «Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS».

Para el caso específico del aprovechamiento de residuos sólidos, se identificaron las siguientes herramientas de las tecnologías de información y comunicación (TIC): SIAMED, SIGAM, el portal geográfico Geomedellín y la Bolsa de Residuos y Subproductos Industriales (BORSI).

📷 Daniel Hernández.

📍 Cúcuta

En la ciudad de Cúcuta no se identificaron sistemas de información y OOOE sobre residuos y/o GEI adicionales a los que existe en el orden nacional.

📍 Barranquilla

Para el caso de Barranquilla, se identificó la propuesta de actualización del PGIRS 2020-2023, donde la administración municipal manifiesta que la ciudad no cuenta con una caracterización de residuos en la fuente.

📍 Florencia y Villavicencio

En estas ciudades se tuvieron reuniones con los representantes de las autoridades municipales donde se indagó acerca del manejo de información relacionada con la disposición y el aprovechamiento de residuos sólidos. A partir de dichas reuniones, se constató que la información relevante se reporta a los sistemas nacionales como el SUI o el RESPEL por parte de los prestadores respectivos, y de allí se contempla como insumo para el cálculo de los indicadores presentados para las OOOE nacionales. Para el caso de Villavicencio no se tuvo acceso al PGIRS actualizado.





Propuesta de construcción de tasas

El análisis sobre las OOE de orden nacional y las fuentes de información a nivel municipal o regional evidencia una brecha en cuanto a la robustez que presenta la información de Bogotá y Medellín frente a la información disponible para otras ciudades. A partir de allí, se realizan las siguientes propuestas para el cálculo de las tasas de aprovechamiento:

Para Medellín y Bogotá

Teniendo en cuenta que estas ciudades cuentan con mayor porcentaje de participación con respecto a la información requerida, se utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la tasa de aprovechamiento:

$$T_{APi,t} = \frac{AP_{i,t}}{AP_{i,t} + DF_{i,t}}$$

Donde

- $T_{APi,t}$ hace referencia a la tasa de aprovechamiento, i ciudad (Medellín o Bogotá) y t el año al que pertenecen los registros.
- $AP_{i,t}$ hace referencia a la sumatoria del aprovechamiento cuantificada por cada sistema de información (SUI, RESPEL, RCD, RUA POSC, PIGA, IPES) en un mismo periodo de tiempo:

$$AP_{i,t} = AP_{SUI,i,t} + AP_{RESPEL,i,t} + AP_{RCD,i,t} + AP_{RUA,i,t} + AP_{POSC,i,t} + AP_{PIGA,i,t} + AP_{IPES,i,t}$$

- $DF_{i,t}$ hace referencia a la sumatoria de la disposición final cuantificada por cada sistema de información (SUI, RESPEL, RCD, RUA POSC, PIGA, IPES) en un mismo periodo de tiempo:

$$DF_{i,t} = DF_{SUI,i,t} + DF_{RESPEL,i,t} + DF_{RCD,i,t} + DF_{RUA,i,t} + DF_{POSC,i,t} + DF_{PIGA,i,t} + DF_{IPES,i,t}$$

Para las demás ciudades

En cuanto a las demás ciudades analizadas anteriormente (Cúcuta, Cali, Barranquilla, Florencia y Villavicencio), se debe utilizar la siguiente ecuación para el cálculo de la tasa de aprovechamiento:

$$T_{APi,t} = \frac{AP_{i,t}}{AP_{i,t} + DF_{i,t}}$$

Donde

- $T_{APi,t}$ hace referencia a la tasa de aprovechamiento, i el año al que pertenecen los registros.
- $AP_{i,t}$ hace referencia a la sumatoria del aprovechamiento cuantificada por cada sistema de información (SUI, RESPEL y el RUA) en un mismo periodo de tiempo:

$$AP_{i,t} = AP_{SUI,i,t} + AP_{RESPEL,i,t} + AP_{RUA,i,t}$$

- $DF_{i,t}$ hace referencia a la sumatoria de la disposición final cuantificada por cada sistema de información (SUI, RESPEL, RUA) en un mismo periodo de tiempo:

$$DF_{i,t} = DF_{SUI,i,t} + DF_{RESPEL,i,t} + DF_{RUA,i,t}$$

Para la validación de la propuesta por parte de las contrapartes (entidades encargadas de los sistemas de información), se realizó una mesa de trabajo donde las entidades participantes aportaron ideas y propuestas sobre la producción de tasas de reciclaje o de aprovechamiento a nivel municipal. Estas se resumen en lo siguiente:

- Para el cálculo de las tasas de reciclaje se debe considerar la siguiente información: operadores del Servicio Público de Aseo, asociaciones de recicladores de oficio, gremios y gestiones de empresas privadas (como Asocolflores o de productores agropecuarios), residuos posconsumo a partir de las autoridades ambientales y las corporaciones autónomas, y residuos de construcción y demolición.

- Para el reporte de la información, en cada municipio se debe caracterizar por actividades económicas principales y gestores específicos.
- Los participantes coinciden en que «lo más estandarizable por ahora es lo que se reporta en el SUI y se calcula para la tasa de aprovechamiento»; sin embargo, puede que dicha información no sea confiable.

Kaspars Grinvalds/shutterstock.com





D. EVALUACIÓN DE INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD DE LOS SI

Dentro de los sistemas de información a conformar para la implementación de la política de gobierno digital se encuentran los sistemas de información de residuos sólidos y GEI del sector residuos, como el Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios (SUI) y Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos (RESPEL). Para que estos sistemas de información operen dentro de un marco de interoperabilidad, el DANE, el IDEAM y la Superintendencia de Servicios Domiciliarios deberán establecer condiciones técnicas, jurídicas y operativas que permitan que la información que se intercambie cumpla con criterios de seguridad y eficiencia.

Es importante integrar los análisis realizados sobre los sistemas de información con relación a estas instituciones, ya que representan un amplio desarrollo en los SI en Colombia. Más aún, su interoperabilidad e integración se consideran una de las soluciones más eficientes a las necesidades encontradas respecto a las fuentes de información estadística de residuos sólidos y GEI del sector.

Para alcanzar este intercambio de información de manera eficiente y segura, los sistemas de información de las entidades deben ser diseñados (o rediseñados) conforme al manual de gobierno digital. Dicho documento establece los lineamientos y estándares de los componentes de la política (TIC para el Estado y TIC para la sociedad) y de los habilitadores transversales (arquitectura, seguridad y

privacidad de la información y servicios ciudadanos digitales). Adicionalmente, se tiene como objetivo evaluar las condiciones técnicas, jurídicas y operativas necesarias para asegurar la interoperabilidad de los sistemas de información de residuos sólidos y GEI del sector, en el marco de la política de gobierno digital y de servicios de información.

Con base en los lineamientos del manual de gobierno digital, hay cuatro criterios a aplicar en los SI priorizados. Dentro de estos lineamientos se encuentran los siguientes dominios: político-legal, organizacional, semántico y técnico. Para esto se tomaron en cuenta las respuestas de un grupo focal conformado por dos administradores de SI, uno de la SSPD y otro del IDEAM, cada uno de estos con su respectiva plataforma Sistema Único de Información (SUI) del SSPD y Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (RESPEL) del IDEAM.

Las respuestas obtenidas por cada uno de los administradores se dividieron para cada dominio a aplicar registrados de la siguiente forma:

● Dominio político-legal

Ambas entidades han desarrollado criterios del dominio legal que permiten contar con un sistema de información confiable en términos de la información y de las variables que los componen, así como de las dependencias responsables de asegurar el cumplimiento de la política de protección de datos.

Aunque no se encuentran restricciones o limitaciones para la interoperabilidad de la información que reposa en estos, al no estar directamente relacionados, no existe la necesidad de implementar un sistema interoperable entre el SUI y el RESPEL.

Desde este componente no se identifican barreras que impidan avanzar en una estrategia de interoperabilidad, sino que depende mucho de la voluntad de las entidades interesadas. Es decir que la interoperabilidad de la información no es en sí misma un objetivo institucional, sino que depende de la información que demande una entidad de otra, caso en cual se deben precisar aspectos como variables, periodicidad, finalidad, mecanismos y herramientas para lograrlo.

● Dominio organizacional

De igual forma, desde la SSPD y el IDEAM, los responsables para la gestión de los servicios de intercambio de información se establecen durante el proceso de identificación de todas las áreas involucradas, generando registros sobre formatos para tener la evidencia de los criterios organizacionales en los SI, cumpliendo con todos los requisitos del establecimiento de las responsabilidades.

Se identificó que hasta el momento no existe necesidad entre las dos entidades de interoperar, ya que no existe ninguna relación entre los dos sistemas. Sin embargo, las dos entidades tienen

claridad en el proceso que se debe realizar para el dominio organizacional a partir de la experiencia con otras entidades en términos organizacionales.

● Dominio semántico

Respecto a la alineación, ninguna de las dos entidades tiene un protocolo formal para el trabajo conjunto orientado a la armonización de conceptos y clasificaciones, no solo entre estas dos, sino tampoco con las demás entidades del sector. Aunque ambas tienen a futuro una relación con el DANE en su visión, la SSPD tiene la posibilidad de articular los procesos para el intercambio de información y armonizar conceptos y clasificaciones entre las entidades. Cabe señalar que ante un eventual escenario de trabajo conjunto entre las entidades, el DANE puede tener el rol como entidad que articule los esfuerzos y guíe los procesos de armonización de conceptos y clasificaciones.

Se encontró también que las dos entidades tienen frecuencias de producción de reportes y microdatos anuales para las operaciones estadísticas analizadas en este documento, lo cual es un factor importante que puede facilitar la unificación de calendarios y productos de difusión de información.

● Dominio técnico

En este criterio existe un adelanto del área técnica en los SI. Mientras que la SSPD cuenta con un desarrollo más avanzado en este criterio, el IDEAM demuestra un avance inicial desde la oficina de informática. Así mismo, hay un proyecto piloto para la implementación del estándar estadístico SDMX para estos dos SI y dentro de las instituciones relevantes para el Programa de Empleos Verdes en la Economía Circular (PREVEC), de acuerdo con el marco de interoperabilidad establecido en la política pública de gobierno digital colombiana.

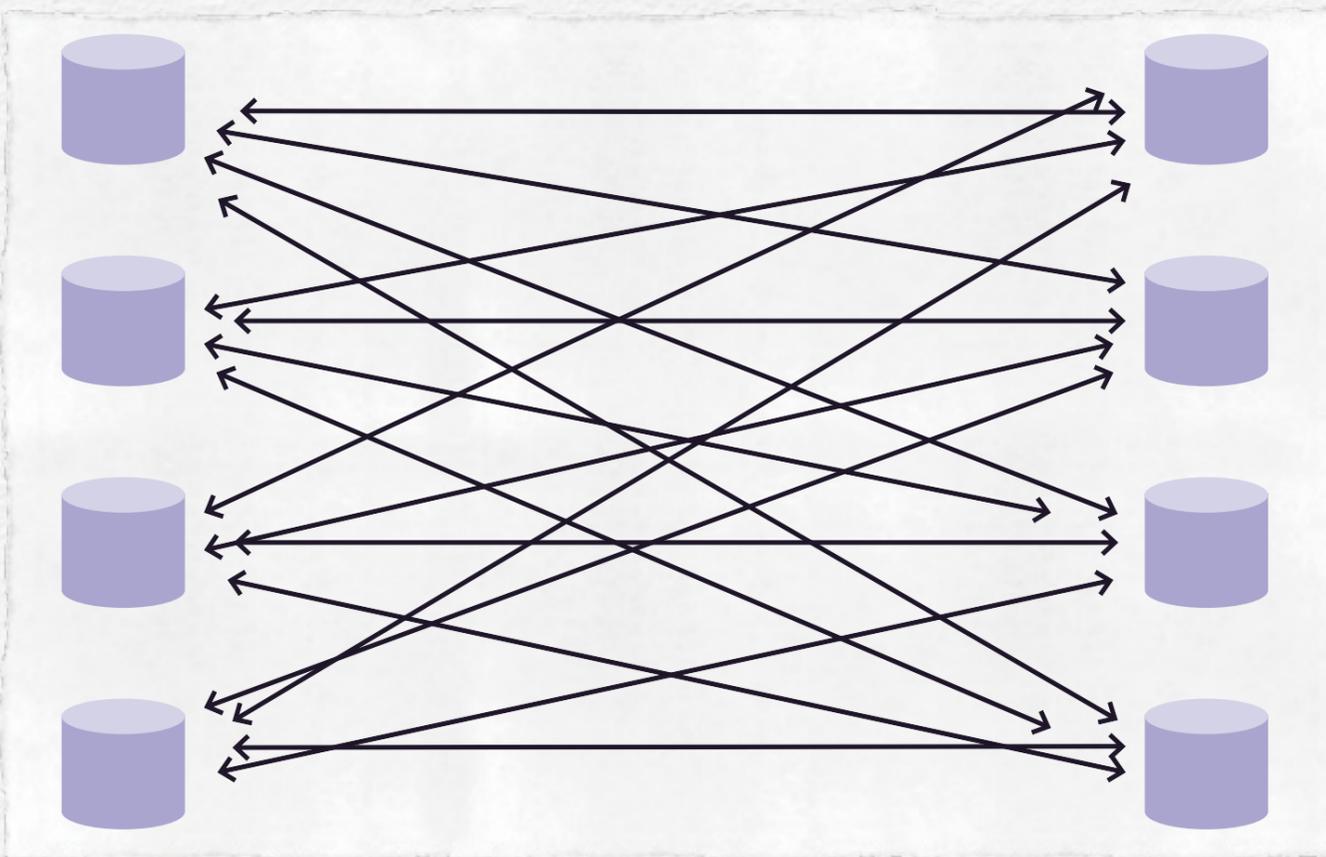
Statistical Data and Metadata Exchange (SDMX)

El estándar SDMX es de los más utilizados por su facilidad para el uso de recopilación de datos, en este caso puntual sobre estadísticas de residuos, pues es necesario contar con un modelo eficiente para el intercambio de datos entre proveedores nacionales. Dentro de esta interoperabilidad se identificaron tres patrones de proceso para el intercambio de datos, que se describen a continuación.

Intercambio bilateral

Este intercambio es acordado por dos partes principales: un proveedor de datos y un receptor de datos. En este acuerdo se incluyen el mecanismo de intercambio de datos y metadatos estadísticos, los formatos que deben ser empleados, la frecuencia de programación y el medio de comunicación coordinado para el intercambio.

Ilustración 1. Intercambio bilateral



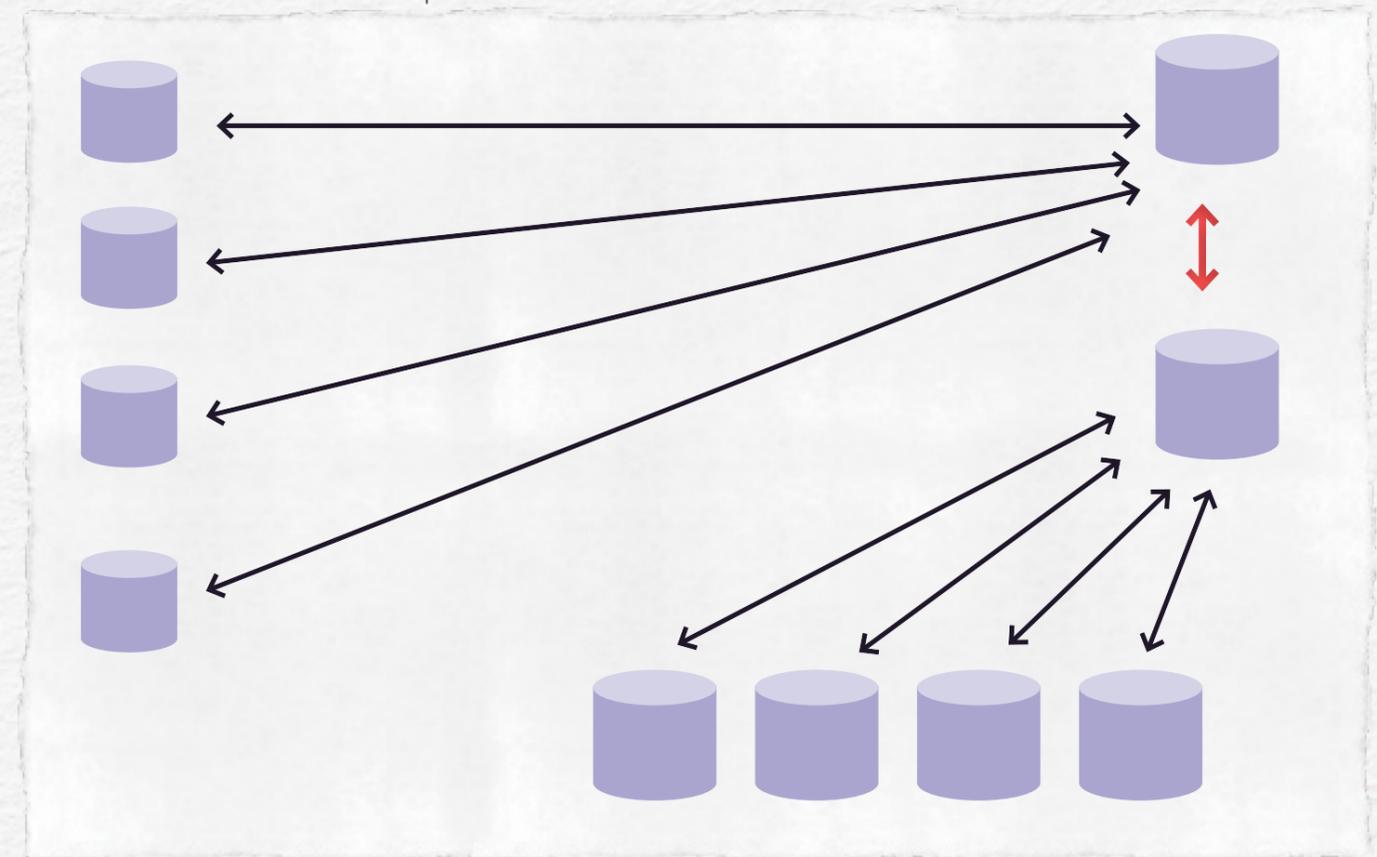
 Fuente: SDMX, 2012.

Intercambio de puerta

Este tipo de intercambio es un conjunto jerárquico de intercambios bilaterales en el que diferentes entidades o usuarios que recopilan datos y metadatos generan un acuerdo para intercambiar los datos recopilados entre sí en un formato común y de acuerdo con un proceso común (flujo de datos y flujo de metadatos). Este es empleado

principalmente en el área estadística, donde se busca que las organizaciones acuerden formas de ganar eficiencia dentro del alcance de sus responsabilidades colectivas. Se puede observar de forma gráfica en el siguiente diagrama:

Ilustración 2. Intercambio de puerta



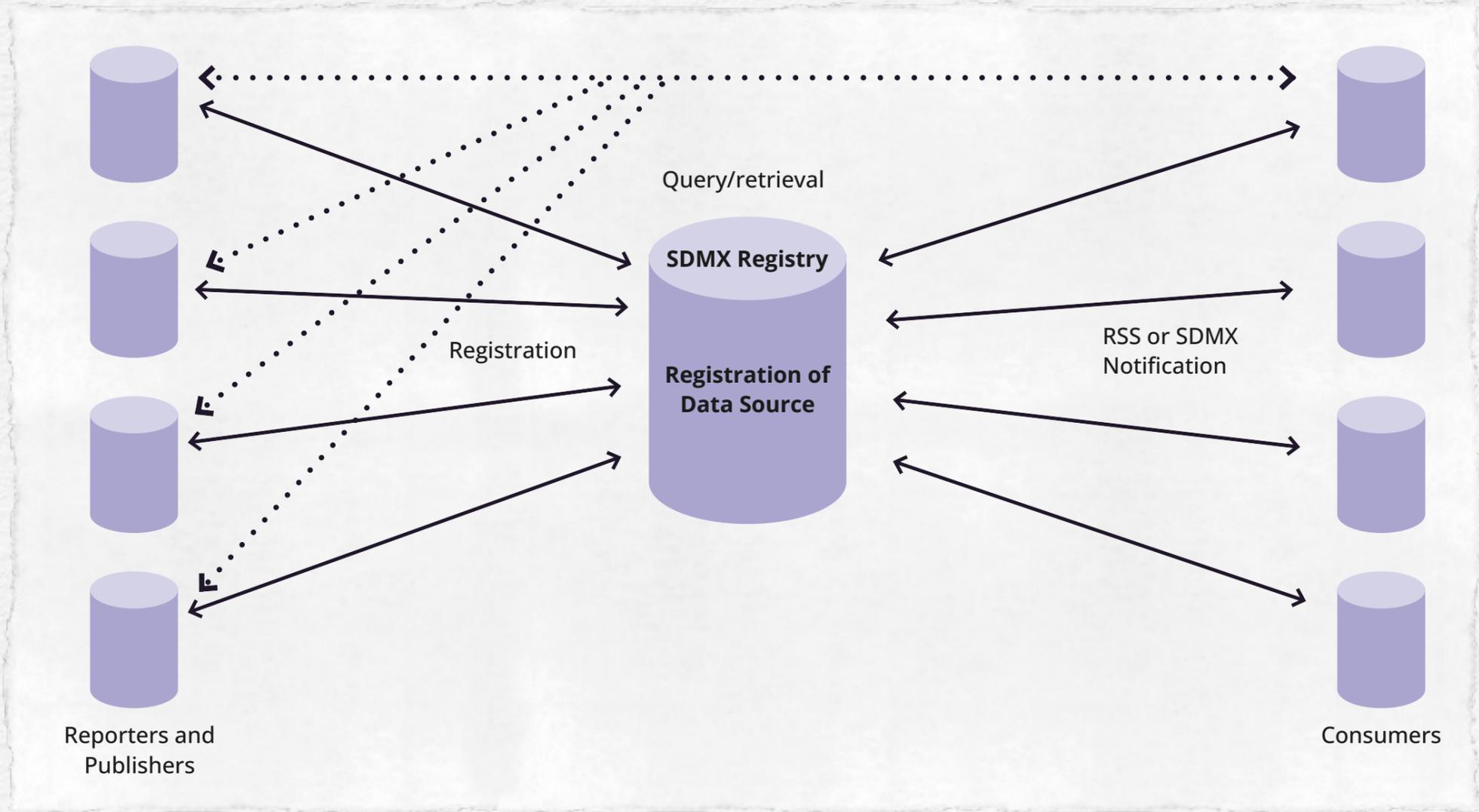
 Fuente: SDMX, 2012.



Intercambio para compartir datos

Este tipo de intercambio tiene como objetivo que cualquier actor que posea acceso a los datos pueda conseguirlos en un formato en común junto con los metadatos, y así tener la posibilidad de utilizarlos sin ningún acuerdo previo con su generador.

Ilustración 3. Intercambio para compartir datos



Fuente: SDMX, 2012.

En resumen, se puede concluir que ambas instituciones tienen unos mecanismos básicos para compartir información. La SSPD cuenta con sistemas de intercambio por medio de VPN seguras a través de tablas de lectura, los cuales podrían ser implementados para la interoperabilidad, ampliando los sistemas para que sea más fácil su integración a la

red. En cuanto al IDEAM, si bien se han realizado experiencias con mesas de trabajo en el paso, aún no cuentan con protocolos establecidos, por lo que este se podría apoyar en la experticia de la SSPD.

Por otra parte, instituciones a nivel nacional que hacen parte del ecosistema de información público-privada con manejo de información relativa a

los residuos sólidos en Colombia emplean diversos sistemas de información con datos relevantes para el marco de interoperabilidad que busca emplear el PREVEC, de acuerdo con la política pública de gobierno digital. Gracias a esto se puede afirmar que el SUI y el RESPEL son los SI potenciales y susceptibles para la implementación del SDMX.



Propuesta para la integración e interoperabilidad de sistemas de información y operaciones estadísticas sobre residuos sólidos

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ÁGILES

2.





La metodología ágil Scrum es un enfoque iterativo e incremental para la gestión y planificación de proyectos, especialmente en el desarrollo de sistemas de información. Es una de las metodologías ágiles más populares y más ampliamente utilizadas en la industria. Algunas de las razones por las que Scrum podría ser una buena opción para un proyecto de interoperabilidad de sistemas de información de residuos sólidos y gases de efecto invernadero son las siguientes:

🚩 Enfoque en la entrega incremental

Scrum se centra en la entrega continua de productos incrementales, lo que permite que el equipo entregue valor de manera temprana y continua. Esto es especialmente valioso en proyectos de interoperabilidad donde se deben integrar varios sistemas diferentes.

🚩 Reuniones regulares

Scrum utiliza reuniones regulares como *sprint planning*, *daily Scrum*, *sprint review* y *sprint retrospective* para garantizar una comunicación constante y un seguimiento del progreso del proyecto. Esto ayuda a asegurar que el equipo está trabajando en las tareas más importantes y se está adaptando a los cambios en los requisitos.

🚩 Rol del *product owner*

En Scrum, el *product owner* es responsable de definir y priorizar los requisitos del proyecto, lo que ayuda a asegurar que el equipo está trabajando en las tareas más importantes. En un pro-

yecto de interoperabilidad, es probable que el *product owner* sea un representante de una de las partes interesadas que pueda proporcionar una visión clara de los requisitos del proyecto.

🚩 Flexibilidad

Scrum es una metodología ágil que le permite al equipo adaptarse a cambios constantes en los requisitos del proyecto. Esto es especialmente valioso en un proyecto de este estilo, donde es probable que surjan nuevos desafíos técnicos y cambios en los requisitos.

🚩 Visibilidad

Scrum proporciona una visibilidad constante del progreso del proyecto a través de reuniones regulares y un tablero de seguimiento visual, lo que le permite a los miembros del equipo detectar y solucionar problemas.

De todas formas, hay otras metodologías ágiles como Kanban y Lean, entre otras, que también podrían ser adecuadas dependiendo de las necesidades específicas del proyecto. Es importante tener en cuenta que no hay una metodología «correcta» para cada proyecto, y la elección de una metodología ágil dependerá de las necesidades y características específicas del proyecto. Aún así, Scrum es una de las metodologías favoritas y de las más aplicadas en este tipo de proyectos, ya que proporciona las herramientas y el enfoque necesarios para abordar los desafíos y poder adaptarse a los cambios durante la marcha, como puede ocurrir en los proyectos de interoperabilidad de sistemas de información de residuos sólidos y GEI del sector.

Para implementar esta metodología en un proyecto de integración e interoperabilidad de sistemas de información relacionados con residuos sólidos y GEI del sector en Colombia, se recomienda organizar y planificar el proyecto en *sprints* cortos de dos a cuatro semanas de duración, en los cuales se planificará el trabajo de manera tal que se hagan entregas incrementales en función del objetivo de negocio.

El proyecto deberá estar liderado por un *Scrum master*, quien sería el responsable de facilitar el proceso y asegurar que se sigan las prácticas Scrum. También estaría presente el equipo de desarrollo, compuesto por los miembros que trabajarían en el proyecto o, y el *product owner*, quien sería la persona responsable de definir los requisitos y priorizar el trabajo del equipo.

En cada sprint se llevaría a cabo una planificación donde se definirían los objetivos y las tareas a realizar durante este, además de una revisión, donde se presentaría el trabajo realizado, y una retrospectiva, donde se reflexionaría sobre lo que se hizo bien y lo que no en el sprint anterior para mejorarlo en el siguiente.

En resumen, Scrum sería una metodología ágil adecuada para implementar un proyecto de interoperabilidad de sistemas de información relacionados con residuos sólidos y GEI en Colombia, debido a su enfoque en la entrega continua de *software* funcional, la flexibilidad en los cambios de requisitos y la colaboración entre los miembros del equipo.

De todos modos, es pertinente hacer una evaluación previa para validar la idoneidad de Scrum como metodología de gestión de proyectos. Para ello se sugiere elaborar un informe que contenga los siguientes puntos:





🚩 Ventajas

Descripción de las ventajas de utilizar una metodología ágil en el proyecto en particular, como la capacidad de adaptarse a los cambios en los requisitos del sistema, el enfoque en la entrega continua de *software* funcional y la colaboración entre los miembros del equipo de desarrollo.

🚩 Desventajas

Descripción de las desventajas de utilizar una metodología ágil, como la posibilidad de que tome mayor tiempo de desarrollo debido a la necesidad de hacer ajustes continuos y que hay un mayor esfuerzo para el seguimiento del progreso del proyecto.

🚩 Descripción de la implementación

Descripción detallada de cómo se implementaría la metodología ágil en el proyecto, incluyendo la planificación de *sprints*, la definición de roles y responsabilidades, y la revisión y evaluación del progreso del proyecto.

🚩 Evaluación

Análisis de la idoneidad del proyecto para aplicar esta metodología ágil. Como se mencionaba antes, se sugiere que esta sea utilizada en equipos pequeños, en proyectos con poca documentación y con riesgos de cambios durante la ejecución.

🚩 Conclusiones

Resumen del resultado obtenido del análisis de ventajas y desventajas de utilizar una metodología ágil en el proyecto de interoperabilidad, además de las recomendaciones para su implementación en caso de inclinarse hacia su uso.

Si un proyecto se decanta por el uso de metodologías Scrum, podría tomar como referencia las siguientes etapas:

Tabla 16. Aplicación de metodología Scrum

Etapas del ciclo de vida	Metodología Scrum
Iniciación	Preparación del <i>sprint</i> , donde el o <i>product owner</i> define los objetivos y requisitos.
Planificación	Planificación del <i>sprint</i> , donde el <i>Scrum master</i> y el equipo de desarrollo planifican el proyecto.
Diseño	Ejecución del <i>sprint</i> , donde el equipo de desarrollo trabaja en el diseño y desarrollo del sistema, mientras que el <i>Scrum master</i> y el <i>product owner</i> supervisan y aprueban el diseño.
Desarrollo	Ejecución del <i>sprint</i> , donde el equipo de desarrollo trabaja en el desarrollo del sistema, mientras el <i>Scrum master</i> y el <i>product owner</i> supervisan y aprueban el desarrollo.
Implementación	Ejecución del <i>sprint</i> , donde el equipo de desarrollo implementa el sistema, mientras el <i>Scrum master</i> y el <i>product owner</i> supervisan y aprueban la implementación.
Mantenimiento	Ejecución del <i>sprint</i> , donde el equipo de desarrollo trabaja en el mantenimiento del sistema, mientras el <i>Scrum master</i> y el <i>product owner</i> supervisan el mantenimiento.
Cierre	Finalización del <i>sprint</i> , cuando el <i>Scrum master</i> cierra el proyecto.

📄 Fuente: elaboración propia.



Propuesta para la integración e interoperabilidad de sistemas de información y operaciones estadísticas sobre residuos sólidos

ANÁLISIS FINANCIERO

3.





Para lograr implementar de forma exitosa un proyecto de interoperabilidad entre empresas generadoras de residuos sólidos es esencial contar con un análisis técnico y financiero completo. Para ello, se recomienda la participación de un equipo especializado en arquitectura de sistemas, contabilidad y finanzas, quienes tendrán la responsabilidad de realizar un análisis exhaustivo para la consecución del proyecto.

Este documento tiene como objetivo proporcionar una guía que le permita a las empresas involucradas contar con las herramientas necesarias para hacer un análisis inicial para la implementación de un proyecto de interoperabilidad en sus sistemas de información. Cabe resaltar que cualquier proyecto de esta índole deberá considerar la inclusión de diferentes frentes, tales como: profesionales en *software* y *hardware*, arquitectura de la solución, revisión y validación de flujos de información, entre otras variables propias del contexto de cada implementación. Es importante tener en cuenta que estos aspectos pueden variar en función de las necesidades específicas de cada entidad y del contexto que los rodea, por lo que se debe hacer una evaluación personalizada y detallada para cada caso.

Para ilustrar cómo se llevaría a cabo la implementación de un proyecto de interoperabilidad entre empresas generadoras de residuos sólidos, se presenta a continuación un proyecto tipo, el cual considera la interconexión entre dos compañías que cuentan con sus propios silos de datos. Serán dos empresas (empresa A y empresa B) generadoras de residuos sólidos. La empresa A contiene gran cantidad de información respecto a residuos peligrosos por parte de sus generadores (RESPEL), mientras que la empresa B tiene capacidad para procesar una gran cantidad

de residuos sólidos residenciales (SUI) y desea contribuir con sus datos para hacer análisis más transparentes de las emisiones que puedan ser aprovechados por el gobierno. Para lograr una conexión entre estas dos empresas, se deberán realizar varios pasos:

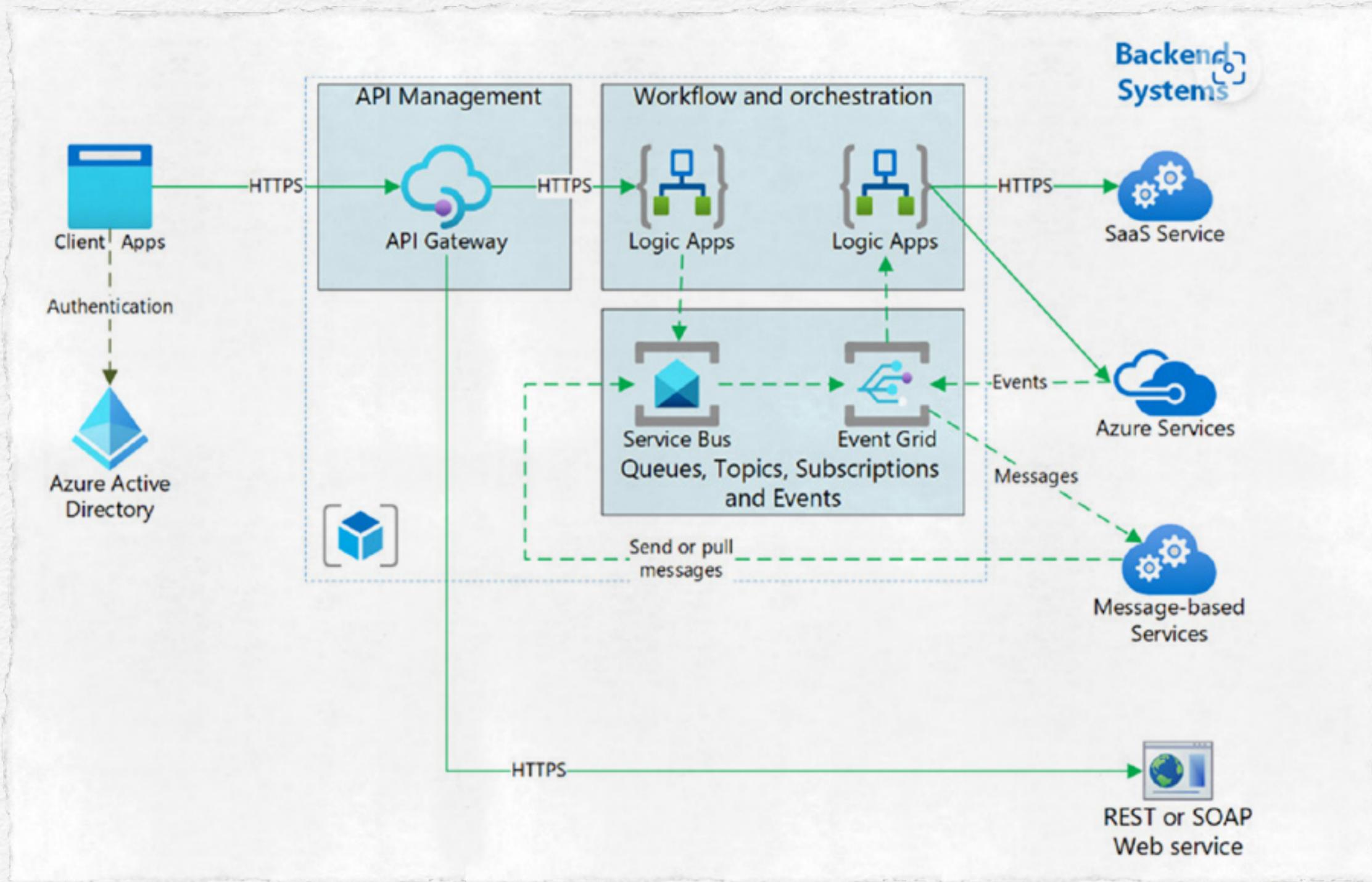
1. En primer lugar, se deberá llevar a cabo un análisis detallado de las necesidades de cada empresa para determinar los aspectos asociados con la implementación de un sistema de interoperabilidad. Esto incluirá un análisis de los silos de datos existentes, los procesos y flujos de información, los recursos humanos necesarios, la arquitectura de la solución y cualquier otra variable que pueda afectar la implementación del proyecto.
2. Una vez se hayan identificado las necesidades específicas de cada empresa, se deberá diseñar una arquitectura de solución que permita la interoperabilidad entre los sistemas de información de ambas empresas. Esto incluirá la definición de los protocolos de comunicación, el diseño de interfaces de usuario amigables y eficientes, la definición de los flujos de información y cualquier otra especificación necesaria para asegurar la correcta integración de los sistemas.
3. Después de diseñar la arquitectura de solución, se deberá implementar y probar el sistema de interoperabilidad en un ambiente controlado. Esto permitirá identificar y corregir cualquier problema o error que pueda surgir antes de la implementación definitiva.
4. Una vez se hayan realizado las pruebas y se hayan corregido todos los errores, se deberá llevar a cabo la implementación definitiva del sistema de interoperabilidad. Esto incluirá la formación de usuarios, la definición de procedimientos y políticas necesarias para el uso eficiente del sistema, y cualquier otra actividad necesaria para garantizar el éxito del proyecto.
5. Finalmente, se deberá llevar a cabo una evaluación continua del sistema de interoperabilidad para asegurar su correcto funcionamiento y optimizar los procesos de la empresa.

En el siguiente apartado se presentará un análisis financiero detallado para estimar los costos asociados a la implementación de este proyecto de interoperabilidad entre las empresas A y B. Considerando el marco regulatorio existente, es importante tener en cuenta que el gobierno ha establecido una serie de directrices y estrategias para facilitar la interoperabilidad entre empresas que deben reportar información relacionada con residuos sólidos y emisiones de GEI. En este sentido, el gobierno sugiere la implementación del estándar internacional de intercambio de datos SDMX, que permite una integración más sencilla y eficiente de la información entre diferentes sistemas de información.

Para el ejercicio se propone la siguiente arquitectura Azure:



Ilustración 4. Arquitectura base: integración empresarial con colas y eventos Azure



Fuente: Microsoft, s. f.



Con esta infraestructura de base podría consumirse la información de manera centralizada, ofreciendo mayor confiabilidad y transparencia. Así, se ofrece la siguiente proyección anual de costos:

Tabla 17. Costo mensual por año de la implementación en el proyecto tipo

COSTOS MENSUALES EN UN AÑO		ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24	dic-24	TOTAL
Personal	Función													
Gerente de Proyecto	Responsable de planificar, dirigir y supervisar el proyecto.	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	\$ 144.000.000
Arquitecto de Software	Responsable de diseñar la arquitectura del software necesaria para el proyecto.	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000						\$ 91.000.000
Ingeniero Cloud	Está a cargo de configurar, mantener la infraestructura de los diferentes proveedores de servicios en la nube. Este rol debe comprender sus servicios y seguir las mejores prácticas para la seguridad y disponibilidad de los sistemas.	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 108.000.000
Desarrollador de Software	Responsable de diseñar, desarrollar y probar el software necesario para el proyecto.	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ 96.000.000
Analista de datos	Encargado de extraer, procesar, diseñar y producir informes de datos por medio del uso de herramientas diseñadas para tal fin.							\$ 7.000.000	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000	\$ 42.000.000
Administrador de Seguridad	Responsable de garantizar la seguridad de la información y los sistemas del proyecto.	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000						\$ 77.000.000
Científico de datos	Realiza análisis estadísticos avanzados y estudia grandes conjuntos de datos. Tiene un conocimiento profundo de machine learning y el acondicionamiento de datos.							\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000	\$ 54.000.000
Ingeniero de datos	Desarrolla y mantiene los datos por medio de la preparación de grandes conjuntos de datos para su uso.							\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 60.000.000
Azure Cloud (SaaS)														
TOTAL EMPLEADOS														\$ 672.000.000
Service Bus	Basic tier, 0 million messaging operations	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Logic Apps	Workloads: Standard plan, 1 WS1 (1 vCores, 3.5 GB RAM) x 730 Hours, 0 Standard Connector Calls per day x 1 day, 0 Enterprise Connector Calls per day x 1 day, Integration Service Environment: Premium tier, 0 Base Units x 730 Hours, 0 Scale Units x 730 Hours; Integration Accounts: 0 Standard Integration Accounts x 730 Hours, 0 Basic Integration Accounts x 730 Hours.	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 891.443	\$ 10.697.321
API Management	Developer tier, 1 unit(s), 730 Hours	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 236.615	\$ 2.839.386
Microsoft Cost Management	No charge for managed Azure spend. Additional premium capabilities are available at no cost through December 2018 when they will become paid features. 1% of managed spend for AWS and Google Cloud Platform.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Event Grid	100,000 operations per month	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Azure Database for PostgreSQL	Single Server Deployment, General Purpose Tier, 1 Gen 5 (2 vCore) x 730 Hours, 5 GiB Storage, 100 GiB Additional Backup storage - LRS redundancy	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 682.108	\$ 8.185.298
Azure Active Directory (Azure AD)	Premium P1 - 1 users, Premium P2 - 1 users, Enterprise tier, User forest - 730 Hours, Resource forest - 730 Hours.	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 2.950.674	\$ 35.408.088
Azure ExpressRoute	ExpressRoute, Zone 1, Standard, Metered, 50 Mbps Circuit X 1 circuit, 0 GB in Additional Outbound Data Transfer, Global Reach Add On: Disabled	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 269.500	\$ 3.234.000
TOTAL INFRAESTRUCTURA														\$ 60.364.093
Inversión Mes a Mes		\$ 58.030.341	\$ 64.030.341	\$ 60.030.341	\$ 732.364.093									



Tabla 18. Proyección de inversión a cinco años en la implementación en el proyecto tipo

Proyecto tipo de interoperabilidad: Proyecto a 5 años		Total a 5 años					
	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Inversión Ent 1 (Valor de la solución)	\$ 0	-\$732 364 093	-\$528 364 093	-\$312 364 093	-\$312 364 093	-\$312 364 093	-\$2 197 820 464
Inversión Ent 2 (Valor de la solución)	\$ 0	-\$292 945 637	-\$211 345 637	-\$124 945 637	-\$124 945 637	-\$124 945 637	-\$879 128 186
Beneficios (Valor del problema)		\$ -					\$ -
Flujo de caja neto	\$ 0	-\$1 025 309 730	-\$739 709 730	-\$437 309 730	-\$437 309 730	-\$437 309 730	-\$3 076 948 650
	\$ 0	-\$1 025 309 730	-\$1 765 019 460	-\$2 202 329 190	-\$2 639 638 920	-\$3 076 948 650	

Costos de referencia

Roles y personal

Este aspecto se refiere a los salarios, beneficios y otros costos asociados con el personal necesario para llevar a cabo el proyecto. Esto incluye los costos de los roles clave, como el gerente de proyecto, el equipo de desarrollo, el equipo de operaciones, el *Scrum master*, etc.

En un proyecto de interoperabilidad de sistemas de información relacionados con residuos sólidos y gases de efecto invernadero deberían participar varios roles clave para garantizar el éxito del proyecto. En la siguiente tabla se identifican los roles y se realiza una descripción de cada rol y sus costos aproximados en pesos colombianos¹:

Tabla 19. Costos de los roles principales

Rol	Descripción del rol	Costo aproximado en pesos colombianos
Gerente de proyecto	Responsable de planificar, dirigir y supervisar el proyecto.	\$10 000 000 - \$16 000 000
Desarrollador de <i>software</i>	Responsable de diseñar, desarrollar y probar el <i>software</i> necesario para el proyecto.	\$5 000 000 - \$15 000 000
<i>Scrum master</i>	Responsable de garantizar el éxito de los proyectos y la armonización de las actividades del equipo.	\$8 000 000 - \$17 000 000
Arquitecto de <i>software</i>	Responsable de diseñar la arquitectura de <i>software</i> necesaria para el proyecto.	\$13 000 000 - \$18 000 000
Analista de negocios	Responsable de analizar y entender las necesidades de negocio y transformarlas en requisitos funcionales.	\$6 000 000 - \$15 000 000
Arquitecto de datos	Responsable de diseñar la arquitectura de <i>software</i> necesaria para el proyecto.	\$13 000 000 - \$18 000 000
Administrador de red	Responsable de administrar y mantener la infraestructura de red necesaria para el proyecto.	\$9 500 000 - \$13 000 000
Administrador de seguridad	Responsable de garantizar la seguridad de la información y los sistemas del proyecto.	\$9 500 000 - \$13 000 000
Administrador de operaciones	Responsable de operar y mantener los sistemas y aplicaciones del proyecto una vez implementado.	\$10 000 000 - \$20 000 000

 Fuente: elaboración propia.

1. Los costos aproximados de cada rol fueron tomados del Estudio de Remuneración Michael Page para Colombia en su versión 2022.



Por otro lado, si el proyecto necesita la inclusión de roles específicos en tecnologías puntuales o especialidades concretas, se deberían considerar algunos de los siguientes roles:

Tabla 20. Costos de roles específicos

Rol	Descripción del rol	Costo aproximado en pesos colombianos
Arquitecto de integración	Encargado de diseñar la arquitectura del sistema de interoperabilidad, incluyendo la integración de X-Road con los diferentes sistemas de información involucrados.	\$13 000 000 - \$18 000 000
Ingeniero cloud	Está a cargo de configurar y mantener la infraestructura de los diferentes proveedores de servicios en la nube. Este rol debe comprender sus servicios y seguir las mejores prácticas para la seguridad y disponibilidad de los sistemas.	\$8 000 000 - \$14 000 000
Analista de datos	Encargado de extraer, procesar, diseñar y producir informes de datos usando herramientas diseñadas para tal fin.	\$7 000 000 - \$9 000 000
Ingeniero de datos	Desarrolla y mantiene los datos al preparar grandes conjuntos de datos para su uso.	\$8 000 000 - \$13 000 000
Científico de datos	Realiza análisis estadísticos avanzados y estudia grandes conjuntos de datos. Tiene un conocimiento profundo de <i>machine learning</i> y acondicionamiento de datos.	\$7 000 000 - \$15 000 000
Tester	Encargado de probar y validar el correcto funcionamiento de los procesos construidos a través del <i>software</i> .	\$6 000 000 - \$8 000 000
DevOps	Garantiza todo el ciclo de vida del desarrollo de software, desde la programación y la implementación hasta el mantenimiento y las actualizaciones.	\$10 000 000 - \$14 000 000

 Fuente: elaboración propia.

Componentes de software y hardware

Dentro de la planeación financiera también es necesario incluir los costos de los componentes de *software* y *hardware* necesarios para implementar el proyecto. Esto incluye el costo de licencias de *software*, los costos por uso de *software* como servicio (SaaS), el costo de los equipos de *hardware* para implementaciones *on premise*, etc.

Implementación, capacitación y consultoría

Se refiere a los costos asociados con la implementación del proyecto, la capacitación del personal y la consultoría. Incluye los costos de la instalación, la configuración, la integración, el despliegue, las pruebas y la documentación, así como los costos de la capacitación del personal y la consultoría.

Alojamiento en la nube

Este aspecto se refiere a los costos de almacenamiento, procesamiento y red asociados con el uso de servicios de nube para alojar aplicaciones y datos del sistema. Existen tres proveedores principales de servicios en nube, quienes también incluyen calculadoras de costos basadas en características específicas de los servicios requeridos, según las necesidades del proyecto en implementación.



Tabla 21. Costos de proveedores de nube

Proveedor	Enlace con detalle de costos
Microsoft Azure	Calculadora de precios Microsoft Azure www.azure.microsoft.com/es-es/pricing/calculator/
Amazon Web Services (AWS)	Calculadora de precios AWS https://docs.aws.amazon.com/es_es/pricing-calculator/latest/userguide/what-is-pricing-calculator.html
Google Cloud Platforms (GCP)	Calculadora de precios GCP https://cloud.google.com/products/calculator?hl=es

 Fuente: elaboración propia.

Operación y mantenimiento

Se refiere a los costos asociados con el mantenimiento y la operación del proyecto una vez esté en funcionamiento. Aquí se incluyen costos de mantenimiento de *software* y *hardware*, costos de reparación y reemplazo (en caso de ser *on premise*), costos de actualizaciones, costos de personal de operaciones, etc.

Análisis de costo-beneficio

Si aplica, se refiere a un análisis financiero en el que se evalúan los costos y los beneficios esperados del proyecto para determinar su viabilidad económica.

Análisis de punto de equilibrio

Si aplica, se refiere a un análisis financiero en el que se determina el nivel de ingresos necesario para cubrir los costos fijos y variables del proyecto.

Análisis de flujos de caja

Si aplica, se refiere a un análisis financiero en el que se evalúan los flujos de efectivo esperados del proyecto, tanto entradas como salidas.

Análisis de riesgos financieros

Se refiere a la evaluación de los riesgos financieros asociados con el proyecto, como la fluctuación de los costos y los riesgos de crédito, entre otros. Es importante tener en cuenta estos riesgos para poder tomar medidas adecuadas para mitigarlos y garantizar la viabilidad financiera del proyecto.

Fuentes de financiamiento

Si aplica, se refiere a las diferentes opciones de financiamiento disponibles para el proyecto, como financiamiento a través de préstamos bancarios, a través de inversores, gubernamental, entre otros. Es importante evaluar las diferentes opciones disponibles para determinar la mejor estrategia de financiamiento para el proyecto. Aunque estos son los aspectos financieros más importantes, pueden existir otros asuntos relevantes que deben ser considerados dependiendo de las necesidades específicas del proyecto. Para esto, como se mencionaba antes, es recomendable contar con un equipo de especialistas que lleven a cabo un análisis financiero exhaustivo para garantizar la viabilidad económica de cada proyecto.



BIBLIOGRAFÍA

DANE. (2018). *Boletín técnico: Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos*.

DANE. (2020a). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Revisión 4 Adaptada para Colombia CIIU Rev. 4 A.C.*

DANE. (2020b). *Economía circular. Primer reporte 2020*. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf>

DANE. (2020c). *Sistema Estadístico Nacional - Colombia*. <https://www.dane.gov.co/index.php/sistema-estadistico-nacional-sen>

DANE. (2020d). *Norma técnica de la calidad del proceso estadístico*. <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/NTC%20PE%201000-2020.pdf>

DANE. (2021). *Guía para la estandarización de conceptos*. <https://www.dane.gov.co/files/sen/lineamientos/Guia-estandarizacion-conceptos.pdf>

Decreto 1713 de 2002 (6 de agosto), por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo,

y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral. Ministerio de Desarrollo Económico.

Decreto 838 de 2005 (23 de marzo), por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente.

Decreto 235 de 2010 (28 de enero), por el cual se regula el intercambio de información entre entidades para el cumplimiento de funciones públicas. Ministerio del Interior y de Justicia.

Decreto 2981 de 2013 (20 de diciembre), por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Decreto 2573 de 2014 (12 de diciembre), por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Decreto 1078 de 2015 (26 de mayo), por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Ministerio

de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Decreto 415 de 2016 (7 de marzo), por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del sector de la Función Pública, Decreto Numero 1083 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para el fortalecimiento institucional en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Decreto 1784 de 2017 (2 de noviembre), por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento. Y disposición final de residuos, sólidos en el servicio público de aseo. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Decreto 1008 de 2018 (14 de junio), por el cual se establecen los lineamientos generales de la política de Gobierno Digital y se subroga el capítulo 1 del título 9 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1078 de 2015, Decreto Único Reglamentario del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2004). Documento CONPES 3292. Proyecto de racionalización y automatización de trámites. https://www.ani.gov.co/sites/default/files/conpes_3292_de_2004_realizacion_y_automatizacion_de_tramites.pdf

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018). *Documento CONPES 3920. Política nacional de explotación de datos (big data)*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3920.pdf>

Eurostat. (2013). *Manual on waste statistics. A handbook for data collection on waste generation and treatment*. Publications Office of the European Union.

Eurostat. (2015). *Manual for air emissions accounts*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-GQ-15-009>

Eurostat. (2021). *Guidance for the compilation and reporting of data on municipal waste according to Commission Implementing Decisions 2019/1004/EC and 2019/1885/EC, and the Joint Questionnaire of Eurostat and OECD*.



Eurostat. (s.f.). *Glossary: Recycling of waste*. Eurostat Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Recycling_of_waste

Gobierno de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*.

Gopa Infra. (2022). *Informe revisión de entregables consultoría Valopes - Programa "Empleos Verdes en la Economía Circular" PREVEC*.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP & Cancillería. (2018). *Segundo informe bienal de actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*.

IPCC. (s. f.). *IPCC en español*. <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>

IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_1_Ch1_Introduction.pdf

KPMG. (2022). *Documento de análisis de capacidad instalada (arquitectura, software, hardware, y flujos de información) de los sistemas de información relacionados con residuos sólidos y GEI*.

Ley 962 de 2005 (8 de julio), por la cual se dictan disposiciones sobre racionalización de trámites y procedimientos administrativos de los organismos y entidades del Estado y de los particulares que ejercen funciones públicas o prestan servicios públicos. *Diario Oficial* 45963 (Colombia).

Ley 1259 de 2008 (19 de diciembre), por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 47208 (Colombia).

Ley 1672 de 2013 (19 de julio), por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 48856 (Colombia).

Ley 1955 de 2019 (25 de mayo), por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 acto por Colombia, pacto por la equidad. *Diario Oficial* 50964 (Colombia).

Microsoft. (s. f.) *Integración empresarial mediante el agente de mensajes y eventos*. <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/example-scenario/integration/queues-events>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2019). *Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC]. (2014). Concepto Incorporación Estándar Sdmx Statistical Data And Metadata Exchange V 1.0 (Contrato 0690 de 2015). https://lenguaje.mintic.gov.co/sites/default/files/archivos/concepto_incorporacion_sdmx.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC]. (2019). *Marco de interoperabilidad del gobierno digital*. http://lenguaje.mintic.gov.co/sites/default/files/archivos/marco_de_interoperabilidad_para_gobierno_digital.pdf

OCDE. (s.f.). *Glossary of statistical terms*. <https://stats.oecd.org/glossary/download.asp>

ONU. (2016). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012*.

Parlamento Europeo y el Consejo. *Directiva 2008/98/CE de 2008 (19 de noviembre), sobre los residuos y por la que se derogan determinadas directivas*.

Parlamento Europeo y del Consejo. Reglamento (CE) 2150 de 2002 (25 de noviembre), relativo a las estadísticas sobre residuos. *Diario Oficial* L332 de 09/12/2002.

Parlamento y Consejo Europeo. Directiva 94/62/CE de 1994 (20 de diciembre), relativa a los envases y residuos de envases. *Diario Oficial* L365 de 31/12/1994.

Resolución 938 de 2019 (19 de diciembre), por la cual se reglamenta el Decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017 en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

SDMX. (2012). *SDMX 2.1 User Guide*.

SSPD. (2022). Radicado 20224023328061 del 23-06-2022: respuesta al correo electrónico del 03 de junio de 2022. Solicitud de información de gestión de residuos.

UAESP. (2020). *Documento Técnico de Soporte (DTS) del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS*.

UNECE. (2016). *Problems with waste statistics and a proposal for action*.

UNECE. (2019). *Generic Statistical Business Process Model*. statswiki.unece.org/display/GSBPM/GSBPM+v5.1

UNECE. (2022). *Conference of European Statisticians Framework on Waste Statistics*.

UNSD/UNEP. (2020). *Cuestionario 2020 de estadísticas ambientales*.

Valopes. (2021). *Diagnóstico de datos y sistemas de información de residuos para identificar necesidades y vacíos de información y tecnológicos*.



PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y OPERACIONES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS



Implementado por
giz

giz - German Engineering
Cooperation