



Análisis de la gestión y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición (RCD) en el distrito de Santiago de Cali





# Análisis de la gestión y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición (RCD) en el distrito de Santiago de Cali

JORGE IVÁN OSPINA GÓMEZ

Alcalde Distrital Santiago de Cali

JARRINSON MARTÍNEZ COLLAZOS

Secretario de Desarrollo Económico

CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y  
DE COMPETITIVIDAD (CIEC)

Elaboración

Diciembre 2023

## Contenido

Introducción .....	4
Antecedentes .....	4
¿Por qué es relevante aprovechar los RCD? .....	7
Procesos de aprovechamiento .....	8
Normativa nacional y local .....	9
Propuestas que se han adelantado desde la administración local para hacer frente a la problemática de los residuos sólidos en Santiago de Cali .....	11
Estado de la gestión y aprovechamiento de RCD en Cali .....	13
Proyecto Punto Limpio de RCD La Corbata (nuevo lugar de disposición de RCD) .....	21
Piloto planta de transformación SENA.....	22
Experiencias de éxito en otras regiones y su aplicabilidad en Cali .....	24
Propuesta para un diseño de tarifa por el aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali: caso piloto área de influencia de “La escombrera” .....	29
Justificación y antecedentes de la propuesta ¿Por qué la propuesta de un ejercicio de Valoración Contingente? .....	30
Metodología a implementar .....	30
Conclusiones .....	33
Referencias bibliográficas.....	34

## Introducción

La gestión y el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) es determinante para el desarrollo sostenible de las ciudades y del distrito de Santiago de Cali no es la excepción; el crecimiento urbano que ha experimentado en las últimas décadas ha generado un aumento significativo en la construcción de infraestructuras, edificaciones y viviendas, lo cual se traduce en una sobreproducción de RCD. Esta problemática plantea múltiples desafíos ambientales, económicos y sociales que requieren de la implementación de una estrategia de manejo de este tipo de residuos para optimizar los recursos y reducir su impacto negativo.

En este documento se expone de manera sintética el marco legal del manejo de los RCD en el distrito, una contextualización sobre su gestión y aprovechamiento y también una Propuesta para un Diseño de Tarifa por el aprovechamiento de los RCD en el distrito de Santiago de Cali: Caso Piloto Área de Influencia de “la Escombrera”. Cuyo objetivo consiste no solamente en mitigar los riesgos de su disposición inapropiada, sino que pretende promover la innovación y la adopción de tecnologías más eficientes en la gestión de los residuos de construcción y demolición, fomentando de esta manera la economía local y un modelo de desarrollo urbano más sostenible.

## Antecedentes

La generación de residuos se encuentra estrechamente ligada al modelo economía lineal<sup>1</sup>, y actualmente se constituye como uno de los principales problemas ambientales. Se debe resaltar que casi todos los recursos disponibles en el mercado se convierten en residuos en algún momento y todas las actividades productivas los generan, lo cual ocasiona varios impactos fácilmente identificables: la ocupación de terrenos, el impacto visual debido a la alteración paisajística o los malos olores. Así mismo, existen otro tipo de consecuencias que dejan secuelas a largo plazo, como la degradación del suelo, la contaminación de las aguas superficiales y acuíferos, la contaminación atmosférica, etc. (Ferrando Sánchez & Granero Castro, 2007).

En cuanto a su clasificación existe una amplia tipología de residuos y por ello existen tres categorías:

1. Según su composición (envases, papel, cartón, vidrio, etc.).

---

<sup>1</sup> La economía lineal es un modelo de producción basado en la extracción y explotación de recursos naturales o materias primas para crear diferentes productos. Su ciclo de vida suele ser muy corto, por lo que puede generar un alto volumen de desechos. La principal particularidad de la economía lineal es su facilidad de adquirir nuevos recursos a bajos costes. Este modelo es el más utilizado por las empresas.

2. Según su biodegradabilidad (orgánicos e inorgánicos).
3. Según su origen (domiciliarios, industriales, hospitalarios, de construcción y demolición).

Esta propuesta se enfocará solamente en los residuos de construcción y demolición (RCD), que son aquellos que provienen de la construcción, rehabilitación y demolición de cualquier tipo de obra, ya sea de carácter público o privado (Pacheco Bustos, Fuentes Pumarejo, Sánchez Cotte, & Rondón Quintana, 2017). Y al igual que los RCD, estos también se dividen en dos grandes grupos, con sus respectivas subdivisiones descritas en la tabla 1:

Tabla 1. Categorización de residuos de construcción y demolición

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RCD aprovechables	Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz #200 de granulometría.
		Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 de granulometría
	Residuos de material fino	Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 de granulometría
		Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
	Otros residuos	Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
		Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
		Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
	RCD		

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
No aprovechables	Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, Radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos	alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos, y los residuos o desechos incluidos en el Anexo I y Anexo II o que presenten las características de peligrosidades descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
	Residuos especiales	No definida	Poliestireno- Icopor, cartón-yeso (drywall), llantas entre otros
	Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.
Otros residuos	No definido	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras.	

Fuente: secretaria distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá (2021). Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición-RCD en la obra.

Con base en la caracterización de la tabla 1, se observa que existe una amplia gama de residuos que entran en la categoría de aprovechables, por lo que potencialmente pueden ser usados nuevamente en el proceso constructivo de edificaciones y de vías, como materiales pétreos, rellenos de bases y subbases, llenantes minerales de morteros y asfaltos, elementos constructivos prefabricados (andenes, lozas de pasos peatonales), adoquines y elementos de mampostería.

### ¿Por qué es relevante aprovechar los RCD?

El sector de la construcción ha crecido exponencialmente durante las últimas décadas, lo que arroja como resultado una demanda más grande de recursos y de producción de residuos sólidos que puedan satisfacer las necesidades básicas de la población. Sin embargo, el manejo inadecuado de los residuos que son generados en las diferentes etapas del proceso deteriora el medio ambiente

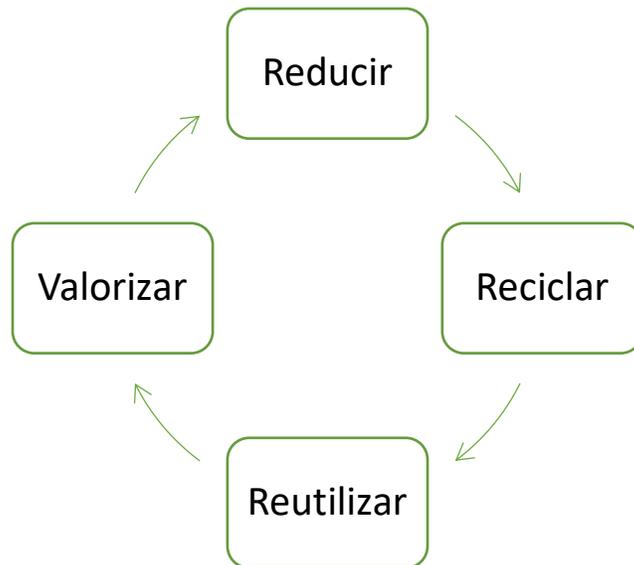
Solamente este sector aporta alrededor del 50% de la contaminación de residuos sólidos inorgánicos del planeta (Jimenez Bolaños, Trochez Sánchez, & Díaz Rosero, 2019), razón por la cual diferentes países han tomado medidas para realizar una adecuada gestión de los residuos generados en obra. Ya que estos son materiales con un alto potencial de ser aprovechados debido a la composición de sus materiales.

Además, el no aprovechamiento de estos residuos implica la agudización de ciertas problemáticas ambientales, como la inadecuada disposición, la reducción de la vida útil de rellenos sanitarios y sitios de disposición final de RCD, e impactos negativos como el cambio paisajístico, la generación de material particulado, la compactación y cambio de uso de los suelos, la colmatación de los sistemas de captación de aguas lluvia, entre otros.

En respuesta a lo anterior, actualmente se está apostando al aprovechamiento de RCD, con el fin de garantizar una gestión ambiental basada en el uso racional de materiales que evite la generación de residuos, además del diseño y aplicación de un régimen jurídico que se focalice en su producción y gestión. Algunas de las acciones que se realizan para extender el uso de los residuos de construcción y demolición son las siguientes: la reincorporación de RCD en procesos constructivos, el aprovechamiento de RCD para ser convertidos en agregados minerales para concretos y asfaltos o aprovechamientos de RCD como llenantes minerales (Pacheco Bustos, Fuentes Pumarejo, Sánchez Cotte, & Rondón Quintana, 2017).

En esta operación es importante tener en cuenta el siguiente esquema:

Figura 1. Ciclo de aprovechamiento de los RCD.



Fuente: secretaria distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá (2021). Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición-RCD en la obra.

### Procesos de aprovechamiento

El provecho de los RCD se logra incorporando el anterior esquema, con el fin de valorizar los residuos al reutilizarlos o reciclarlos. A continuación se expondrá cada uno de los procesos relacionados con esta acción:

- Demolición selectiva

Este proceso va enfocado a la separación en la fuente, es decir que consiste en la separación cuidadosa que busca obtener los materiales con potencial reciclable o de reutilización al momento de una demolición, permitiendo aprovechar y disminuir el volumen de residuos generados.

Este proceso se realiza mediante una separación de los diferentes materiales que se van generando, en coordinación con el proceso de demolición, para prevenir la mezcla de los materiales y la contaminación de las materias reciclables como madera, papel, cartón, hierro, plástico, entre otros; esto quiere decir que mientras se lleva a cabo la demolición de la obra, paralelamente se recomienda efectuar la separación (Secretaría Distrital & Alcaldía Mayor, 2021).

los pasos para una demolición selectiva son los siguientes:

- a) Extraer los desechos y las molduras no fijas
- b) Desmantelar, quitar las puertas, ventanas, tejados, instalaciones de agua, electricidad, comprendiendo limpiezas internas, entre otros
- c) Demoler la estructura del edificio

- Reutilización

Este es el proceso de volver a utilizar un material o residuo en un mismo estado, sin procesamiento de la materia, el cual ofrece nuevas alternativas de aplicación. Se puede hacer directamente en la obra donde son generados o se puede ejecutar en otro tipo de obras.

- Reciclaje

Este es el proceso donde los residuos de construcción y demolición son recolectados y transformados en nuevos materiales que puedan ser reincorporados a los ciclos productivos y utilizados como nuevos productos o materias primas. “Para que el reciclaje sea efectivo se debe implementar desde un programa integral. Teniendo en cuenta la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados, la situación económica de la región y la participación de la comunidad” (Secretaría Distrital & Alcaldía Mayor, 2021).

- Gestión de residuos peligrosos

Según la normativa nacional vigente para este tema, todas las obras deben garantizar la gestión y manejo integral de los residuos o desechos peligrosos que genera, para lo cual debe cumplir con las obligaciones del generados estipuladas en el artículo 10 del Decreto 4741 de 2005. Para realizar la entrega de los residuos peligrosos generados en obra se debe contactar a un gestor de residuos peligrosos autorizados.

## Normativa nacional y local

La legislación relacionada al área de los residuos sólidos inicia con la Ley 09 de 1979, por la cual se dictaminaron las normas generales que serían la base para las disposiciones y reglamentaciones para preservar, restaurar y mejorar las condiciones de la salud humana. En esta norma se establecieron los parámetros para el manejo de los residuos tanto líquidos como sólidos y también reglamentó lo referente a la gestión de los desechos, su separación, almacenamiento, disposición en vía pública, frecuencia de recolección de basuras y vehículos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá, Colombia, 2022).

Posteriormente, sería aprobada la Ley 99 de 1993 (Ley General Ambiental de Colombia) que creó el Ministerio de Medio Ambiente, reordenó el sector público encargado de la conservación de los recursos naturales y organizó el Sistema Nacional Ambiental SNA; ya en 1994 aparece la Ley 142, donde se estableció el régimen de los servicios públicos domiciliarios en Colombia y dictó otras disposiciones relacionadas. Esta ley aborda diversos aspectos de los servicios públicos, como el suministro de agua potable, el alcantarillado, la energía eléctrica, etc.

Dos años después entraría en vigor la Ley 253 de 1996, que aprueba en el país el Convenio de Basilea, el cual busca generar control sobre los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos, para proteger la salud de las personas y el medio ambiente de los efectos perjudiciales que ocasionan. Así mismo, por medio de esta ley se buscó regular la disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional de los mismos, junto con la aplicación de un sistema regulatorio para los movimientos permisibles (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

En cuanto a la creación de los mecanismos necesarios para reducir el impacto negativo de la disposición inadecuada y del mal manejo de los residuos sólidos en el país, se puede iniciar con el Decreto No. 2981 de 2013 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que establece que los municipios y distritos deberán elaborar los referidos planes de gestión, según sea el caso, a escala local o regional, con recomendaciones para su implementación, en el marco de los residuos con el enfoque de la metodología PGIRS. Luego se presentaría la Resolución No. 0754 de 2014, que se concentró en diseñar un enfoque que permite desarrollar, implementar, evaluar, monitorear y actualizar el plan de gestión integral de residuos sólidos (Espitia & Espitia, 2020).

En 2016, el gobierno nacional aprobó el CONPES 3874 como una nueva política de gestión integral de residuos sólidos, con el objetivo general de implementar los desechos como una política nacional de beneficios sociales, económicos, ambientales y de salud para promover la economía circular, el desarrollo sostenible, la adaptación y la mitigación del cambio climático, y más recientemente, la Resolución 1407 de 2018 tiene por objeto regular la gestión ambiental de los residuos de envases y embalajes de papel, cartón, plástico, vidrio y metal (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

Ahora bien, para el distrito de Santiago de Cali con el Decreto Municipal de 2004 no. 0475 se creó un instrumento de planificación, que elaboró lineamientos para la adecuada gestión de los residuos sólidos a nivel municipal; conocido como Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos, y después, en el 2005 se aprueba el Decreto Municipal 0291, por medio del cual se

regula la gestión integral de los escombros en el municipio, dictando cual debería ser el procedimiento en las actividades de generación, recolección, transporte, transferencia, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final de dichos residuos.

Por último, el decreto 0771 de 2018 estableció los lineamientos para la vigilancia y control de la gestión integral de los residuos de construcción y la demolición -RCD- aplicable a las personas públicas y privadas que desarrollen actividades de generación, acopio, transporte, transferencia, tratamiento o aprovechamiento y disposición de RCD. En cuanto al Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de Santiago de Cali, fue revisado por última vez en el 2021. La política se basa en la gestión integral y vincula el componente ambiental a la prestación de los servicios públicos de aseo, estableciendo los requisitos ambientales mínimos que debe cumplir cada actor de la resolución (Alcaldía Santiago de Cali, 2015). Este documento sienta las bases sobre cuáles son las condiciones en las que se tiene que realizar la gestión integral de los residuos sólidos y de RCD. De acuerdo con la última actualización del PGIRS que se realizó por medio del Decreto 0985 de 2021, se les da relevancia a los siguientes aspectos:

- Establece medidas para la separación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los RCD.
- Establece lineamientos para la inclusión de los recicladores de oficio en la cadena de valor de la gestión de los RCD.
- Define los roles y responsabilidades de las entidades públicas y privadas involucradas en la gestión de residuos.
- Establece mecanismos de control y seguimiento para garantizar el cumplimiento de las disposiciones del PGIRS.

### **Propuestas que se han adelantado desde la administración local para hacer frente a la problemática de los residuos sólidos en el distrito de Santiago de Cali**

Desde el 2020 la Secretaría de Desarrollo Económico de Santiago de Cali junto con la Universidad del Valle, presentaron el documento “Análisis de la demanda de los residuos sólidos aprovechables en la ciudad de Cali” (2020), que se desarrolló en el marco del proyecto denominado “Estudio de la factibilidad para la implementación de un Sistema de Gestión de Economía Circular para el aprovechamiento de los residuos sólidos en Santiago de Cali”. La investigación ejecutó un análisis de la oferta y la demanda de los tipos de materiales de consumo masivo: plástico, papel, cartón, vidrio y metales. Lo anterior enfocado en los segmentos poblacionales objetivo: Asociaciones de recicladores, recicladores de oficio, grandes superficies, supermercados y empresas de la ciudad, que forman parte de la cadena

de valor de la circularidad de materiales con enfoque de cierre de ciclos, innovación y generación de nuevos modelos de negocios.

De los resultados obtenidos se aconsejó a la administración pública municipal en conjunto con los gremios empresariales, considerar la construcción y seguimiento de indicadores de economía circular, tales como; “tasa de aprovechamiento, tasa de reciclaje y nueva utilización, generación per cápita de residuos sólidos y productos residuales, flujos de residuos sólidos hacia el ambiente, de forma periódica para determinar el avance empresarial, comercial y residencial a largo plazo” (Secretaría de Desarrollo, Alcaldía de Santiago de Cali, & Universidad del Valle, 2020). Así mismo, como incentivo al gremio empresarial, propone que se les realice una deducción de impuestos tanto nacional como municipal por inversión en la generación de nuevos modelos de negocios que incorporen en sus procesos productivos la utilización de materia prima reciclada.

Ahora bien, el informe final “Estudio de la factibilidad para la implementación de un Sistema de Gestión de Economía Circular para el aprovechamiento de los residuos sólidos en Santiago de Cali” (2020), se exponen los diseños de la propuesta de un sistema de recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos aprovechables y su eventual comercialización, bajo el sistema de gestión de la economía circular. La cual la alcaldía de Santiago de Cali lo conceptualiza como una estructura macro de carácter relacional e interactivo, que permita establecer las bases para hacer la transición de una economía tradicional a una economía circular a nivel de Distrito.

Esta propuesta se alinea con las metas nacionales de incentivar al sector empresarial, consumidores y otros actores de la cadena de valor para que desarrollen e implementen nuevos modelos de negocio que transformen los sistemas de producción y consumo existentes dentro de la gestión de residuos. Además, busca consolidar un manejo eficiente de los materiales, acción que contribuiría a la sostenibilidad, por lo que lo expuesto tiene pensado impactar tres de las cuatro dimensiones establecidas en el Plan de Desarrollo Distrital: Territorio sustentable, Competitividad Sustentable, y Vida Colectiva, Incluyente y Solidaria.

Por último, se encuentran los “Estudios de viabilidad para la planificación de la gestión integral de residuos sólidos, la prestación del servicio público de aseo y sus actividades” (2022), que exponen los resultados finales de las actividades asociadas con la evaluación de alternativas de las unidades de negocio o componentes que conformarían las infraestructuras, la evaluación de las alternativas del modelo de negocio y la identificación de costos y gastos. En el documento se analizan los requerimientos normativos con los cuales debe contar el Parque Ambiental y Tecnológico PAT, así como el sector empresarial que enmarca cada uno de los

escenarios técnicos de cada componente y una evaluación económica-financiera que se enfoca en los análisis de los costos y los ingresos que se generan a través del proceso de la prestación del servicio público de aseo y la producción y comercialización de cada uno de los componentes del PAT.

## Estado de la gestión y aprovechamiento de RCD en el distrito de Santiago de Cali

La gestión de los RCD (Residuos de Construcción y Demolición) aparecería como prioridad en la agenda pública de las ciudades de manera reciente, en especial con el incremento de leyes, instrumentos y herramientas que aparecerían a nivel nacional y local, con la intención de regular las problemáticas y efectos que la mala disposición de los residuos tiene sobre la cotidianidad de las ciudades.

En la jurisprudencia existente a nivel nacional, es pertinente mencionar el Decreto 1077 de 2015, el *Decreto único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio*, el cual en su artículo 2.3.2.3.6.22 establece que los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya localización se debe aprobar por el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, de acuerdo con la resolución 541 de 1994 expedida por la misma entidad.

En este caso, legalmente la responsabilidad por el manejo y la disposición de los residuos de construcción y demolición son del generador, con sujeción a las normas que regulen esta actividad. El municipio, en este caso, es quien debe coordinar con las personas prestadoras del servicio público de aseo, o con terceros encargados del anterior. A su vez, existe la libertad de pactar libremente la remuneración, recolección, transporte y disposición final adecuados para los RCD; sin embargo, se vuelve una obligación para los municipios encontrar un lugar que garantice alojar estos residuos de forma temporal y permanente.

Es también responsabilidad de las autoridades municipales el tomar acciones para la eliminación de sitios de arrojo clandestinos de residuos de construcción y demolición en vías, andenes, separadores y áreas públicas; quien preste el servicio, a su vez, sólo podrá prestar ese servicio, y deberá hacerlo de acuerdo con la disposición vigente. Seguido a esto, la Resolución 0472 de 2017 reglamenta la gestión integral de los residuos sólidos en las actividades de construcción y demolición, en donde se establece la efectiva gestión y las obligaciones de los generadores, gestores y actores relacionados con la materia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Posteriormente, con la Resolución 1257 de 2021 se establecería el aprovechamiento de los RCD, los cuales deberán ejecutarse en plantas fijas o móviles bajo la responsabilidad de un receptor; adicionalmente dicta medidas que debe cumplir la entidad encargada de recibir este tipo de residuos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). En la jurisprudencia mencionada, también se llama a un aprovechamiento efectivo de los RCD generados en obras, conforme a la categoría del municipio donde esa se localice, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1. Metas de Aprovechamiento de RCD, Resolución 0472 de 2017

CATEGORÍA ESPECIAL	CATEGORÍA 1, 2, 3	CATEGORÍA 4, 5, 6	CUMPLIMIENTO DE META
25%	15%	5%	1º de enero de 2023
50%	30%	20%	1º de enero de 2026
75%	60%	40%	1º de enero de 2030

Fuente: Concejo municipal de Santiago de Cali. (2017). Resolución 0472.

En este contexto, la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) a nivel nacional ha establecido el repensar el modelo de desarrollo en línea con los últimos Planes de Desarrollo, en los cuales se busca la reducción y conservación de los recursos, donde la meta es la eficiencia, el cuidado del ambiente y el uso circular de los materiales. El Distrito Especial, Turístico, Deportivo, Cultural, Empresarial y de Servicios de Santiago de Cali, deberá alinearse con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas la cual señala en los objetivos 11 y 12 de Desarrollo Sostenible la necesidad de mejorar la planificación y la gestión urbana. En esto, de manera reciente, el Decreto 0771 en su actualización para 2023 estableció como objeto para la ciudad de Cali las disposiciones para la vigilancia y control de la gestión integral de los RCD y materiales de construcción aplicables a las personas que, tanto públicas como privadas, generan este tipo de residuos; junto con los responsables de aprovechamiento, recepción y disposición final de los anteriores para el Distrito.

De esta resolución es importante mencionar que establece las definiciones que permiten delimitar los conceptos claves para entender el contexto de estos residuos en la ciudad. También se establecen las obligaciones de los pequeños y grandes generadores de RCD, y se proyectan las metas de aprovechamiento de la Resolución 1257 de 2021, las cuales son las siguientes (Concejo de Cali, 2023).

Tabla 2. Metas de Aprovechamiento de RCD para el distrito de Santiago de Cali. 2023

CATEGORIA ESPECIAL	CUMPLIMIENTO DE META
25%	Hasta el 31 de diciembre de 2025
50%	A partir del 1° de enero de 2026, hasta el 31 de diciembre de 2029
75%	Del 1° de enero de 2030 en adelante

Fuente: Concejo municipal de Santiago de Cali. (2021). Resolución 1257.

La meta de aprovechamiento es de obligatorio cumplimiento en especial para todos los grandes generadores y será un reto el poder alcanzarla para el 2025. En el marco de la anterior, la resolución 4182 de 2023 establece el protocolo de operación de la Estación de Transferencia de la Carrera 50 con Autopista Simón Bolívar, principal sitio de recepción de los escombros del Distrito. En este se determina el mantener en funcionamiento el sitio de manera temporal, hasta que se implemente el nuevo sitio de Gestión de RCD; en el anterior se autoriza el acceso al personal y a los actores relacionados con la disposición de este tipo de residuos.

En el mismo se establece los horarios de funcionamiento, los requisitos de los transportadores de RCD y las limitaciones en cuanto a vehículos, transporte, entre otros (Concejo de Cali, 2023). La legislación mencionada surge en un contexto en el que el número de obras de construcción, demolición y remodelación en las ciudades colombianas grandes aumenta de manera constante y poco ordenada, dado, en parte, por el desarrollo y crecimiento urbano, y en parte por la deficiente planificación de la renovación urbana.

Estas prácticas estarían generando grandes volúmenes de residuos, los cuales actualmente se han convertido en un problema de contaminación ambiental en ciudades como Cali; por consiguiente, si bien existen instrumentos legales con los cuales se pueden adoptar medidas de transición y atención primaria, aún sigue siendo un desafío, en especial para la cotidianidad, en donde se ven a los RCD como *el problema de otro*.

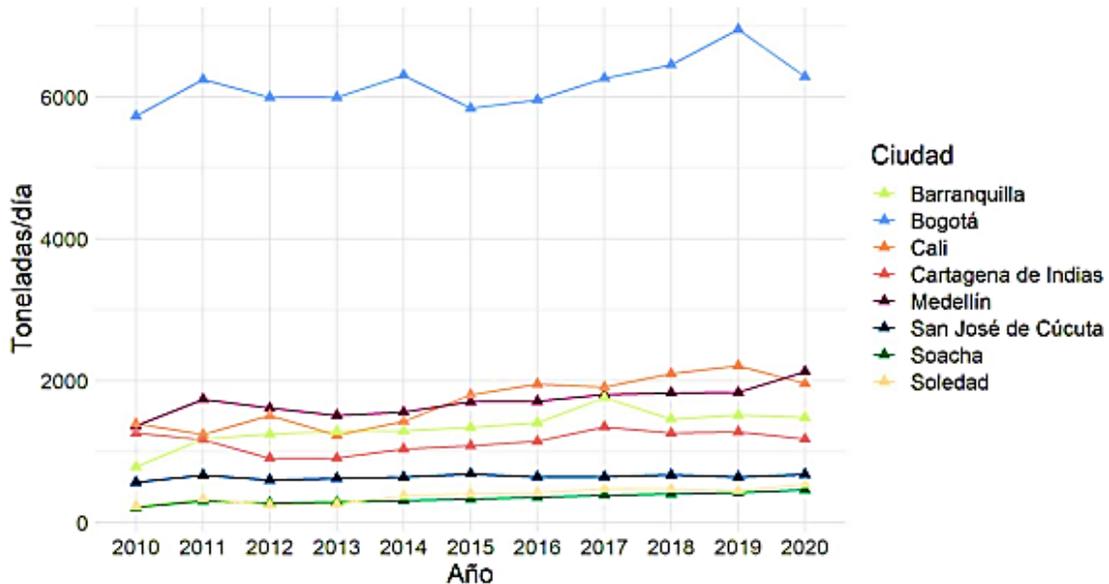
Los residuos de la construcción y la demolición, hasta el presente, se han vuelto un inconveniente sobre el cual las ciudades no han implementado medidas eficaces a largo plazo. Actualmente, en Cali se producen entre 2400 a 3000 metros cúbicos por día en la ciudad. De este modo, la gestión de los RCD es un desafío importante, ya que su disposición inadecuada puede tener impactos ambientales negativos. La alta disposición en vertederos, los bajos niveles de aprovechamiento y los problemas en el espacio público son algunos de los desafíos asociados con la gestión de los residuos de este tipo en Cali.

El informe nacional de disposición final de residuos sólidos 2020 que indica que Cali produjo 609.433,2 toneladas de residuos sólidos de construcción en ese año. Las comunas con mayor producción de residuos son la 1, la 3, la 10, la 19 y la 22, mientras que las que menos producen son la 4, la 6, la 8, la 14 y la 18. Los sitios autorizados son el relleno sanitario de Navarro y las celdas transitorias de Pance y La Buitrera. Los sitios no autorizados son los botaderos a cielo abierto que se han ubicado en barrios como Aguablanca, Siloé, Terrón Colorado, Llano Verde y Potrero Grande (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2020). El mismo informe ha detectado como ha aumentado la generación de RSD en Cali en los últimos años:

Según el informe nacional de disposición final de residuos sólidos 2020, Cali produjo en ese año lo que equivale al 11,5% del total nacional y al 2,4% del total departamental. Estos residuos se generan principalmente en las comunas 1, 3, 10, 19 y 22, donde se concentran las obras de construcción y demolición más grandes y frecuentes. Los sitios autorizados para la disposición final de los RCD en Cali son el relleno sanitario de Navarro y las celdas transitorias de Pance y La Buitrera, donde se realiza un proceso de separación, clasificación, trituración y aprovechamiento de los materiales reciclables.

La producción de RCD asciende a 0,5 metros cúbicos por persona según las estimaciones que se alcanza a generar cada año, siendo una cifra preocupante y situaría actualmente a Cali en el podio de las ciudades con mayor generación de escombros siendo superada sólo por Bogotá, ciudad que triplica la población de Cali actualmente (figura 2). También es importante mencionar que la construcción es una de las actividades industriales con mayor demanda en el distrito y en Colombia.

Figura 2. Producción de RCD de las principales 8 ciudades de Colombia.



Fuente: tomado de informes de disposición final SSPD. Base de disposición final 2020. Cálculos SSPD

La producción de los RCD genera un gran debate, puesto que son el producto derivado de la construcción, una de las actividades que más empleo produce en Colombia, y si bien existen políticas que establecen los parámetros para la administración de los anteriores, inspiradas principalmente en otras naciones, son insumos legales que han sido infructuosos; en parte, estas políticas han tenido a fracasar por la cultura ambiental de sus habitantes (Robayo, Matthey Centeno, Silva Urrego, Burgos Galindo, & Delvasto Arjona, 2014).

Ahora bien, actualmente la gestión de los RCD en Cali tiene como desenlace el vertimiento de estos residuos en escombreras, como las mencionadas, con un manejo que rara vez es controlado por las autoridades; a su vez, muchos de los anteriores terminan en sitios no autorizados y hoy por hoy es una práctica muy frecuente en la mayoría de los barrios de la ciudad, siendo esta la opción más sencilla al momento de desechar estos residuos (Robayo, Matthey Centeno, Silva Urrego, Burgos Galindo, & Delvasto Arjona, 2014).

No obstante, esta práctica resulta ser una opción cíclica y económicamente no viable, con un elevado impacto ambiental, dado que los vertederos, tanto legales como ilegales, hace necesario la búsqueda constante de nuevos lugares para estos residuos; junto a esto, la escasez de alternativas de aprovechamiento avalada técnicamente hace que el manejo de los RCD sean ineficientes, puesto que no estarían representando un valor productivo alguno para la sociedad, convirtiéndose en una problemática social y ambiental por su difícil manejo.

Ahora bien, del volumen de metros cúbicos diarios, la generación formal de RCD en Cali es mucho mayor que la generación informal (tabla 3). Esto se debe a que las constructoras y obras públicas generan una gran cantidad de residuos, que son más difíciles de controlar y gestionar que los residuos generados por las construcciones y remodelaciones particulares:

Tabla 3. Distribución de la Generación de RCD por Actor

Fuente	Porcentaje	Volumen
<b>Generadores formales</b>	76,6%	1900 m <sup>3</sup> mínimo
<b>Generadores informales</b>	23,4%	580 m <sup>3</sup> mínimo

Fuente: Tomado de ACODAL 2017

En esto, los mayores productores formales de RCD han sido las constructoras y las obras públicas, siendo el desarrollo de proyectos urbanísticos asociados a la generación de espacios para la ciudad una alta fuente de producción de residuos sólidos, algo que suele escapar de las planeaciones y las agendas públicas de las obras de la ciudad. A su vez, es el sector informal quien, en muchos de los casos, actúa como uno de los actores que traslada los RCD a los lugares públicos legales e ilegales dispuestos para su instalación transitoria o final. Esta opción se vuelve atractiva por su bajo costo frente a los transportadores legales (Robayo, Matthey Centeno, Silva Urrego, Burgos Galindo, & Delvasto Arjona, 2014).

Los botaderos que existen hasta la actualidad suelen superar la centena; usualmente son legitimados más por el uso comunitario que por alguna autorización legal; en su mayoría estos suelen presentarse en los lugares alejados a los centros de transición dispuestos para alojar los RCD; también, al no existir una vigilancia sobre quienes transportan estos residuos, son ellos quienes finalmente deciden donde alejarlos, aprovechando los espacios baldíos y las zonas verdes para disponer de los mencionados. Esto se ha traducido en problemas cotidianos, producto de los debates que existen en torno a la cultura ambiental de los ciudadanos. Así, hace unos años, la distribución de los sitios de disposición de los RCD en Cali se ubicaría en la siguiente manera:

Ilustración 1. Distribución de los sitios de disposición de los RCD en el distrito de Santiago de Cali.



Fuente: Diario el País (2013)

Por otra parte, según ACODAL en el municipio en el año 2016 existían puntos críticos de residuos, en las comunas 1, 3, 13, 14, 15 y 20, donde se encontraba el 55.5 % de los sitios de disposición informales, los barrios que contaban con estos sitios se listan en la tabla 4:

Tabla 4. Barrios identificados con disposición de RCD hacia 2016  
**Barrios donde se encuentran el 55% de sitios de disposición**

Barrio (comuna)	Cantidad de sitios
Siloé (comuna 20)	13
Ciudad córdoba (comuna 15)	6
Mojica (comuna 15)	5
Manuela Beltrán (comuna 14)	5
Terrón Colorado (comuna 1)	5
Cristóbal Colón (comuna 10)	4
El calvario (comuna 3)	4
Sucre (comuna 9)	3
<b>Número de sitios en estos barrios</b>	<b>45</b>

Fuente: Tomado de ACODAL 2017.

Por otra parte, de acuerdo con los materiales encontrados en los RCD, predominan los objetos cerámicos (ladrillo, baldosa); así, de acuerdo con la tabla que se adjunta a continuación, muestra que los materiales cerámicos son los que componen la mayor parte de los RCD en Cali, con un porcentaje de 96,94%. Los materiales madera, plástico, metales, papel y cartón y orgánicos representan porcentajes mucho menores, de 0,82%, 0,42%, 0,20%, 0,74% y 0,88%, respectivamente (tabla 5). Estos resultados coinciden con los resultados de otros estudios realizados en Colombia, que han mostrado que los materiales cerámicos son los que componen la mayor parte de los RCD. Esto se debe a que los materiales cerámicos son los materiales más utilizados en la construcción en Colombia (ACODAL, 2017).

Tabla 5. Composición de los RCD en Cali, 2017.

Material	Proporción
Cerámicos	96,94%
Madera	0,82%
Plástico	0,42%
Metales	0,20%
Papel y cartón	0,74%
Orgánicos	0,88%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tomado de ACODAL 2017

El alto porcentaje de materiales cerámicos en los RCD representa un desafío para la gestión de estos residuos. Los materiales cerámicos son difíciles de reciclar, por lo que la mayoría de

ellos terminan en rellenos sanitarios, donde representan un riesgo para el ambiente y la salud humana. No obstante, a pesar de los esfuerzos adelantados en materia de la intervención parcial o total de los puntos no autorizados para la disposición de los residuos, continúan existiendo sitios inapropiados para alojar los RCD. Por consiguiente, esta práctica hace imposible llevar a cabo la labor de aprovechamiento de estos últimos. En muchos de los casos, al realizar obras de construcción no se suele planificar la disposición final de los residuos, delegando esa responsabilidad a quienes viven de transportar estos materiales a escombreras y similares.

A su vez, la falta de mercados competitivos para el aprovechamiento de los RCD, hacen que la inversión sobre el aprovechamiento de estos materiales sea casi nula; junto a esto, la inexistencia de normas técnicas que hayan sido avaladas por estudios e investigaciones científicas que permitan el uso de materiales obtenidos a partir de escombros de obras de construcción civil limitan el potencial aprovechamiento de estos residuos (Robayo, Matthey Centeno, Silva Urrego, Burgos Galindo, & Delvasto Arjona, 2014).

### Proyecto Punto Limpio de RCD La Corbata (nuevo lugar de disposición de RCD)

Desde hace varios años, se viene desarrollando un proyecto para reubicar la escombrera o estación de transferencia de RCD ubicada en la comuna 16 de Cali, por parte de la administración municipal y las autoridades ambientales. Sin embargo, este proyecto ha enfrentado diversos obstáculos debido a los requisitos técnicos y legales que la nueva estación de transferencia EDT debe cumplir. Se han considerado varias alternativas de reubicación, como el terreno de El Mameyal al oeste de la ciudad y las instalaciones del predio de La Corbata en el corregimiento de Navarro que colinda con la comuna 15.

Sin embargo, las administraciones han experimentado dificultades para obtener los permisos legales necesarios, tanto para el funcionamiento como para los cambios en el uso del suelo de estos lugares. Según las últimas notificaciones, el alcalde Jorge Iván Ospina, mandatario hasta 2023, ha autorizado la mudanza hacia el predio de La Corbata que tiene un área total de 4 hectáreas y que en la actualidad cuenta la calidad del bien a nombre del Distrito de Santiago de Cali

En este sentido, en la presente vigencia se está implementado el proyecto “punto limpio de RCD La Corbata” como una alternativa para facilitar el cierre de la estación de transición ubicada en la Carrera 50 y que sirva como un nuevo lugar de disposición de RCD en Cali. Este proyecto también busca brindar una solución adecuada para la gestión de los residuos de

construcción y demolición, promoviendo su disposición final de manera responsable y cumpliendo con las regulaciones ambientales correspondientes.

Es importante destacar que la implementación de proyectos como el Proyecto Corbata es fundamental para mejorar la gestión de los RCD en Cali y reducir los impactos ambientales asociados con su disposición inadecuada. El anterior busca fomentar el reciclaje y la reutilización de los materiales de construcción, así como garantizar la adecuada disposición final de los residuos que no pueden ser aprovechados (Marmolejo de Oro, 2012).

Actualmente, este proyecto le apunta a sustituir a los puntos de Candelaria y Puerto Tejada, sitios que están sirviendo de lugares de disposición final a los residuos que llegan a la estación de transferencia de la 50 a través de aproximadamente 290 “chaneros” o beneficiarios de los proyectos de sustitución de vehículos de tracción animal. Este proyecto se desarrolla en cumplimiento a la Sentencia 118 de 2010, con el objetivo ya mencionado, además de contar con otros propósitos como organizar la actividad de los “chaneros” en la ciudad mediante un esquema de asociatividad, dar continuidad al proyecto Parque Lineal de la Carrera 50 y reforzamiento del Jarillón del río Cauca, descongestionar la Carrera 50 con Avenida Simón Bolívar y mitigar el impacto paisajístico y ambiental por la acumulación de RCD en esta zona.

### **Piloto planta de transformación SENA**

Otra iniciativa que se adelanta en la ciudad para afrontar el tema de los RCD es la Planta de Transformación del Servicio Educativo Nacional de Aprendizaje, SENA. La planta piloto de transformación de residuos de demolición es un proyecto innovador que busca darle un enfoque sostenible y ambientalmente responsable a la gestión de los residuos de demolición en la ciudad.

Esta planta piloto, desarrollada por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), tiene como objetivo principal transformar los residuos de demolición en materiales reutilizables y reciclables. Esto se logra a través de procesos de separación, clasificación y tratamiento de los materiales, con el fin de evitar su disposición final en vertederos y promover su reutilización en futuras construcciones (Hernández, 2020).

La planta piloto cuenta con tecnología avanzada y equipos especializados para llevar a cabo estos procesos de transformación. Además, se enfoca en capacitar a los estudiantes del SENA en técnicas de gestión de residuos y promover su participación en este campo. Esta iniciativa es un paso importante hacia una gestión más sostenible de los residuos de demolición en Cali. No solo contribuye a reducir la cantidad de residuos que terminan en los vertederos,

sino que también fomenta la economía circular al promover la reutilización de materiales y la generación de nuevos productos a partir de los residuos (Hernández, 2020).

De este modo, la planta piloto Cali es un proyecto valioso que busca impulsar la sostenibilidad en la gestión de residuos en la ciudad, al tiempo que brinda oportunidades de formación y aprendizaje para los estudiantes del SENA. Ahora bien, contextualmente hablando, la planta inaugurada en el 2023, y ubicada en la Estación de Transferencia de Residuos (EDT) de Cali, tiene una capacidad de procesamiento de 100 toneladas de RCD por día.

La planta cuenta con dos líneas de producción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2019):

- Línea de ladrillos: Esta línea utiliza los residuos de cerámica para producir ladrillos ecológicos. Los ladrillos ecológicos son fabricados con una mezcla de residuos de cerámica y cemento, y tienen las mismas propiedades que los ladrillos convencionales.
- Línea de áridos: Esta línea utiliza los residuos de hormigón para producir áridos reciclados. Los áridos reciclados se utilizan en la construcción como sustitutos de los áridos naturales.

La planta piloto es una iniciativa importante para la gestión sostenible de los RCD en Cali. Esta contribuye a reducir la cantidad de los anteriores, que terminan en rellenos sanitarios, y a promover el aprovechamiento de estos residuos. La anterior está abierta a la participación de empresas y organizaciones interesadas en el aprovechamiento de RCD y ofrece servicios de capacitación y asistencia técnica. Finalmente, esta unidad tiene una capacidad de procesamiento de 200 toneladas de RCD por día. El proceso de transformación se realiza en tres etapas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2019):

- **Separación:** Los RCD se separan en diferentes categorías, según su composición.
- **Trituración:** Los RCD se trituran para reducir su tamaño.
- **Compactación:** Los RCD triturados se compactan para formar nuevos materiales.

## Experiencias de éxito en otras regiones y su aplicabilidad en el distrito de Santiago Cali

Existen varios casos que, a nivel internacional y local han demostrado como se pueden aplicar y utilizar los residuos sólidos; por ejemplo, la constructora chilena Axis ha aplicado el pensamiento de diseño (Design Thinking) para transformar un proyecto de demolición de veredas en una iniciativa que beneficia a la comunidad y aborda desafíos medioambientales. Tradicionalmente, la reposición de aceras implica demoler y repavimentar, generando residuos y molestias para los vecinos.

Al identificar estos problemas mediante el Design Thinking, Axis propuso cortar las veredas en lugar de demolerlas, convirtiéndolas en pastelones reutilizables. Este enfoque innovador no solo evitó que aproximadamente 300 m<sup>3</sup> de residuos fueran a un vertedero, sino que también resultó en ahorros asociados al transporte y disposición de alrededor de 2.000 m<sup>2</sup> de veredas reutilizadas. La empresa involucró a la comunidad en el proceso, validando la solución y entregando pastelones junto con información sobre el medio ambiente y la gestión de residuos ( Desarrollos Constructivos Axis , 2023).

El caso de la constructora Axis, que aplicó el pensamiento de diseño (Design Thinking) para transformar un proyecto de demolición de veredas en una iniciativa beneficiosa para la comunidad y el medio ambiente, podría ser aplicable en Cali. Esta estrategia innovadora implicó cortar las veredas en lugar de demolerlas, convirtiéndolas en pastelones reutilizables.

Este enfoque permitió evitar que aproximadamente 300 m<sup>3</sup> de residuos fueran a un vertedero y generó ahorros asociados al transporte y disposición de alrededor de 2.000 m<sup>2</sup> de veredas reutilizadas. Además, la empresa involucró a la comunidad en el proceso, validando la solución y entregando información sobre el medio ambiente y la gestión de residuos junto con los pastelones.

En términos medioambientales, esta iniciativa redujo significativamente la cantidad de residuos y evitó costos asociados al transporte y disposición. A nivel social, Axis se convirtió en un buen vecino al abordar las necesidades de la comunidad y crear conciencia ambiental. El éxito de este proyecto llevó a la replicación de la práctica en otros proyectos, demostrando el compromiso de Axis con la economía circular y la innovación. La empresa continúa explorando nuevas iniciativas, como la reutilización de pavimento y pasto sintético en distintos proyectos, evidenciando su enfoque hacia un futuro sostenible mediante la economía circular ( Desarrollos Constructivos Axis , 2023).

Este caso demuestra cómo la aplicación del pensamiento de diseño y la adopción de enfoques innovadores pueden transformar proyectos de demolición en oportunidades para la reutilización y la reducción de residuos. Cali podría considerar esta experiencia exitosa de Axis como un ejemplo a seguir para abordar desafíos similares en la gestión de residuos de construcción en la ciudad ( Desarrollos Constructivos Axis , 2023).

En un caso aplicado a nivel local, *la Planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición RCD generados en la ciudad de Bogotá D.C. para la elaboración de prefabricados de construcción* es un proyecto que tiene como meta realizar un estudio para establecer una planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá. El objetivo es introducir al mercado materiales reciclados de alta calidad para la construcción en la ciudad y sus alrededores. El proceso consta de varias fases: un estudio de mercado para evaluar la aceptación del producto, la recopilación de información sobre la oferta y demanda de materiales de construcción reciclados, y la determinación de la segmentación del mercado objetivo. Luego, se lleva a cabo un estudio técnico que aborda la ubicación de la planta, el tamaño y la capacidad del proyecto, la descripción del proceso productivo, los recursos de materias primas, maquinaria y equipos, y el personal necesario.

El estudio organizacional incluye aspectos administrativos y la estructura organizacional de la empresa. A continuación, se realiza un estudio financiero para determinar los recursos necesarios y evaluar la viabilidad del proyecto. Finalmente, se presenta un análisis de impactos ambientales, sociales y económicos asociados con la implementación del proyecto. Los resultados del estudio indican la viabilidad del proyecto según los indicadores financieros. Este trabajo de investigación consolida conocimientos de la especialización y sirve como modelo para ideas de negocio o investigaciones similares (Cabrera Trujillo & Palacio Gonzalez, 2020).

El caso del proyecto de creación de una planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá podría ser aplicable en Cali. Este proyecto se basó en un estudio que abarcó diferentes fases, como un estudio de mercado para identificar la aceptación del producto y la demanda de materiales de construcción reciclados, un estudio técnico que contempló la localización de la planta, el tamaño y la capacidad del proyecto, y un estudio financiero para determinar la viabilidad económica del proyecto (Cabrera Trujillo & Palacio Gonzalez, 2020).

La implementación de una planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Cali podría tener beneficios similares. Permitiría la incorporación de materiales reciclados y de alta calidad al mercado de la construcción, reduciendo la generación de

residuos y promoviendo la economía circular. Además, la planta podría generar empleo y contribuir al desarrollo sostenible de la ciudad (Cabrera Trujillo & Palacio Gonzalez, 2020).

Es importante adaptar este caso a las condiciones y necesidades específicas de Cali. Esto implica realizar estudios de mercado para comprender la demanda de materiales reciclados en la ciudad y sus alrededores, así como evaluar la viabilidad técnica y financiera de la planta. También se deben considerar aspectos ambientales y sociales, como el impacto ambiental de la planta y la participación de la comunidad en el proceso (Cabrera Trujillo & Palacio Gonzalez, 2020).

Volviendo a otro caso internacional, En Filipinas, en el caso del *papel de las asociaciones en la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Cebú, Filipinas*, la rápida urbanización ha generado desafíos en la gestión adecuada de residuos, especialmente en la ciudad de Cebú. La recolección de residuos en Cebú es responsabilidad del gobierno de la ciudad y los barangays, distritos administrativos locales. La ciudad recoge residuos de diversas fuentes, mientras que los barangays son responsables de la recolección dentro de sus límites.

A partir de 2010, la ciudad de Cebú implementó legislación para mejorar la recolección y gestión de residuos. Para aumentar la efectividad y participación, se establecieron asociaciones con grupos locales e instituciones. Estos esfuerzos incluyen competencias anuales, campañas de concientización a nivel municipal, gestión adicional de residuos sólidos mediante asociaciones público-privadas, programas comunitarios de reciclaje y colaboración con instituciones ambientales.

Algunos logros destacados incluyen premios a barangays por excelencia medioambiental, campañas de concientización a nivel municipal con la participación de diversas entidades, instalación de plantas de tratamiento privadas cerca del vertedero para reciclaje de plásticos y residuos orgánicos, programas de reciclaje en centros comerciales y asociaciones con instituciones ambientales para iniciativas de reciclaje (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

El caso del papel de las asociaciones en la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Cebú, Filipinas, podría ser aplicable en Cali. En Cebú, la responsabilidad de la recolección de residuos recae en el gobierno de la ciudad y en los barangays, que son los distritos administrativos más pequeños de Filipinas. La ciudad de Cebú se encarga de recolectar los residuos de establecimientos comerciales, instituciones y hogares en las carreteras principales, mientras que los barangays son responsables de la recolección de residuos dentro de su unidad administrativa (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

Además, se han establecido asociaciones público-privadas para la gestión adicional de residuos sólidos. Empresas privadas han instalado plantas de tratamiento cerca del vertedero de la ciudad de Cebú, encargándose del reciclaje de plásticos y de los residuos orgánicos, lo que ha reducido la cantidad de residuos que ingresan al vertedero (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

También se han implementado programas comunitarios de reciclaje a través de asociaciones con empresas locales e inquilinos. Por ejemplo, en el Ayala Mall se ha establecido un programa de reciclaje en el que las empresas venden sus materiales reciclables, que son adquiridos y reutilizados por las comunidades locales. Además, el SM City Cebu Mall ha establecido un día de mercado de residuos en el que los residentes pueden comprar o vender sus materiales reciclables. Estas actividades han sido posibles gracias a asociaciones con instituciones ambientales y organizaciones de mujeres, que han apoyado programas de reciclaje y han facilitado la recolección de materiales reciclables (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

Finalmente, en este mismo acervo, se ve como en Nepal, la vulnerabilidad a desastres naturales como terremotos ha generado problemas en la gestión de residuos en situaciones de emergencia. Tras el devastador terremoto de 2015, que produjo cerca de 14 millones de toneladas métricas de residuos, incluyendo residuos domésticos y peligrosos, la falta de recursos y mano de obra hizo que la gestión de residuos no fuera prioridad hasta 2019. En respuesta, el Liderazgo para el Medio Ambiente y el Desarrollo de Nepal y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente crearon la Política/Estrategia de Gestión de Residuos en Situaciones de Desastre en Nepal en 2019 (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

El plan busca promover tecnologías modernas a través de asociaciones público-privadas para procesar los residuos de desastres, minimizar la producción de residuos y desarrollar técnicas para eliminar residuos altamente dañinos. Se establecen seis estrategias principales, que incluyen integrar la planificación de residuos en las leyes existentes, mejorar las capacidades administrativas y técnicas, reducir la producción de residuos mediante políticas de construcción más estrictas, gestionar los residuos en situaciones de desastre con un enfoque unificado, asegurar financiamiento y evaluar los impactos en la salud humana y ambiental. Estas estrategias abordan la necesidad de una gestión eficiente de residuos en casos de desastre, considerando la salud pública y la sostenibilidad ambiental (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

El caso de la planificación de residuos en situaciones de desastre en Nepal podría ser aplicable para Cali, especialmente considerando la vulnerabilidad de la región a desastres

naturales como terremotos, inundaciones y deslizamientos. La experiencia de este país en la gestión de residuos en situaciones de desastre ofrece varias estrategias que podrían ser relevantes para la ciudad (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020):

1. **Integración en leyes y legislaciones existentes:** Asimilar la planificación de residuos en situaciones de desastre en las leyes y regulaciones relacionadas con la gestión de residuos sólidos, lo que podría incluir la responsabilidad de los establecimientos comerciales y la clasificación de uso de la tierra.
2. **Mejora de capacidades administrativas y técnicas:** Implementar programas de mejora de capacidades para las organizaciones encargadas de la gestión de residuos en situaciones de desastre, lo que contribuiría a una respuesta más efectiva.
3. **Reducción de la producción de residuos:** Establecer políticas de construcción y edificación más estrictas para minimizar la generación de residuos, así como promover el uso de materiales locales y la concienciación sobre la gestión de residuos en situaciones de desastre.
4. **Gestión unificada de residuos:** Implementar un enfoque unificado para la gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre, incluyendo la identificación de espacios temporales de recolección, la clasificación de desechos, la selección de tecnologías de reciclaje adecuadas y la generación de empleo a través de la gestión de residuos de desastres.
5. **Aseguramiento de financiamiento:** Garantizar el financiamiento necesario para la gestión de residuos en situaciones de desastre, incluyendo el uso de un fondo de gestión ante desastres para apoyar la planificación y ejecución de acciones relacionadas con los residuos en caso de desastre.
6. **Evaluación de impactos en la salud humana y ambiental:** Establecer comités de inspección y evaluación para estudiar los efectos de la gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre y preparar criterios adecuados para minimizar los impactos de los residuos.

Resumen de los casos vistos:

Caso	Descripción
Constructora Axis	El pensamiento de diseño (Design Thinking) para transformar un proyecto de demolición de veredas en una iniciativa beneficiosa para la comunidad y el medio ambiente

Cebú, Filipinas	Asociaciones locales para la gestión de residuos sólidos, incluyendo competencias anuales, campañas de concientización, asociaciones público-privadas y programas comunitarios de reciclaje.
<b>Bogotá, Colombia</b>	Estudio para la creación de una planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, con énfasis en la incorporación de materiales reciclados al mercado de la construcción.
<b>Nepal</b>	Política/Estrategia de Gestión de Residuos en Situaciones de Desastre, que incluye objetivos como promover la tecnología para procesar residuos, minimizar la producción de residuos por desastres y desarrollar técnicas e infraestructura para eliminar residuos dañinos.

Fuente: Elaboración propia.

## Propuesta para un diseño de tarifa por el aprovechamiento de RCD en el distrito de Santiago de Cali: caso piloto área de influencia de “La escombrera”

Como una alternativa a los proyectos de disposición final de RCD que se han desarrollado en el distrito y entendiendo el potencial que conlleva el aprovechamiento de estos residuos no solo en materia ambiental sino económica, al ofrecer oportunidades de negocio a través de la transformación, la comercialización y el uso de eco materiales en sectores como el de la construcción o la industria, se propone el diseño de una tarifa por el aprovechamiento de los RCD a través de un ejercicio de valoración contingente en el que se pueda establecer la disposición a pagar de los habitantes por contar con un espacio libre de contaminación en un principio visual, pero que en el largo plazo se traduciría en mejoras en el bienestar producto de un sistema sostenible de bajo impacto ambiental. El recaudo generado por la tarifa, aplicada en un principio a aquellos que se verían beneficiados directamente por la mitigación de la contaminación ambiental y paisajística, se destinaría a la generación de un conjunto de incentivos que apoyen los procesos de transformación con el fin de reducir los costos de producción y que se puedan ver reflejados en el precio final para incentivar su compra.

En este sentido, a continuación, se enuncian las fases que deberían desarrollarse para la implementación de esta propuesta y poder establecer una tarifa de pago justa que promueva además de una mayor conciencia ambiental a la hora de generar este tipo de residuos, la transformación y consumo de productos derivados del aprovechamiento de RCD.

## Justificación y antecedentes de la propuesta ¿Por qué la propuesta de un ejercicio de Valoración Contingente?

Aunque en la actualidad se está implementado el proyecto para el punto limpio La Corbata, como una alternativa a la disposición final de residuos que además promueva la producción de eco materiales, el establecer una tarifa justa y adaptativa para el aprovechamiento de RCD representa una gran oportunidad de transición hacia este punto limpio y genera incentivos tanto para transformadores y consumidores de eco materiales. En este sentido se destacan como aspectos relevantes, los siguientes:

- La “Escombrera es un sitio de acopio transitorio y con poca capacidad de aprovechamiento”. La tasa es baja y hay pocas empresas involucradas.
- Una conjetura de todos los equipos: “Con la tecnología disponible no es rentable el aprovechamiento” pues “La sostenibilidad de alternativas dependen de la capacidad de competir el mercado el costo marginal es menor que el costo medio en muchas opciones tecnológica”.
- La imposición de cobros (beneficios, incentivos) por aprovechamiento pudieran no ser suficientes para la entrada de uso de R.C.D en la escombrera (i.e. soluciones particulares de constructoras) no resuelve el problema macro.
- Una solución social es la sustentabilidad de la operación de una planta vía cobros por el bien ambiental.
- Para ello se requiere una valoración social, es decir, comparar el valor social de aprovechamiento con el valor privado.

## Metodología a implementar

Como se mencionó inicialmente, la base de esta propuesta para definir una tarifa consiste en realizar un ejercicio de valoración contingente. La valoración contingente es un método utilizado para establecer valores económicos sobre bienes y servicios ambientales que no son transados en el mercado. Este método se basa en la teoría de utilidad aleatoria y consiste en preguntar a los individuos cuánto estarían dispuestos a pagar por un bien o servicio ambiental hipotético o cuánto estarían dispuestos a aceptar para renunciar a él. La valoración contingente ha experimentado una aplicación creciente en los últimos años y es considerada la metodología más utilizada para la valoración de bienes ambientales

Surgen dos conceptos:

- Disponibilidad a Pagar (DAP): se refiere al precio máximo al cual o por debajo del cual una persona está dispuesta a pagar para adquirir o, como en este caso, beneficiarse por adquirir un producto o servicio. Este valor puede expresarse en unidades monetarias y se utiliza para medir la valoración personal de un bien o servicio por parte del consumidor. La DAP se puede determinar a través de métodos directos, como encuestas y cuestionarios, o indirectos, a partir de las elecciones de los consumidores entre diferentes opciones
- Valoración económica, además del valor social: los procesos de valoración económica permiten calcular las pérdidas y ganancias económicas para la sociedad, de proteger, restaurar y preservar el medio ambiente. En este caso, la valoración económica ambiental genera insumos para la toma de decisiones sobre usos alternativos, y la evaluación de los costos "reales" del desarrollo.

#### Fases para realizar una valoración contingente

1. Definir con precisión lo que se desea valorar en unidades monetarias
  - ¿Qué valoramos? Un bien, un servicio, un bien Público
  - ¿Dónde Valoramos? La espacialidad
  - ¿Con qué intervalo de tiempo? ¿De qué fecha a qué fecha? ¿La existencia (valor de opción)?
2. Definir la población relevante
  - ¿Quiénes disfrutan de la ciudad sin escombros?
  - ¿A quiénes vamos a consultar?
  - ¿El valor estimado es el que da cuál población?
3. Concretar los elementos de simulación del mercado
  - Un mercado hipotético: definición de la situación. Lo más Clave
  - Vehículos de pago
  - Sesgos del encuestador y del respondientes
  - Ceros protesta y verdaderos zeros (el valor)
4. Decidir la modalidad de entrevista
  - Cara a cara
  - Snow Ball- Redes sociales
  - Sesgos y autoselección (mecanismos para evitarlos)
5. Seleccionar la muestra

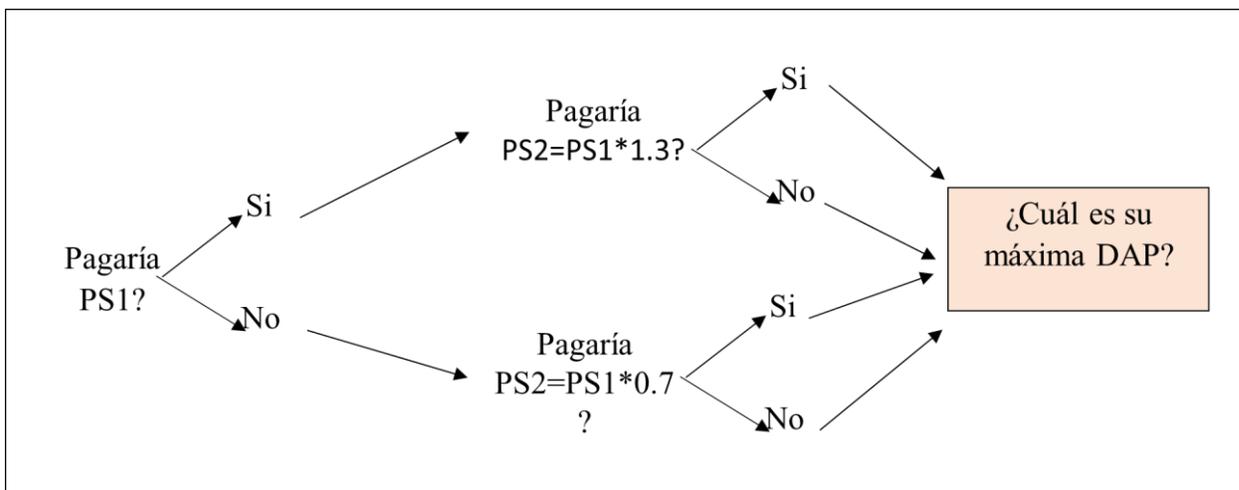
La adecuada recolección de la información permitirá que los datos sean representativos de la población que sería impactada. Para ello, es importante establecer una metodología que permita identificar en su mayor brevedad y precisión la disposición de los ciudadanos que

viven alrededor del ‘La escombrera’ sobre una tarifa por servicios de limpieza y mantenimiento.

De las diferentes metodologías de recolección de información, que dependen del propósito de la investigación, la disponibilidad de recursos y la naturaleza de la información. Estas pueden ser entrevistas cara a cara, a través de redes sociales, telefónicas, grupales, entre otras modalidades.

La cantidad de personas a entrevistar depende del método de muestreo a utilizar. En este caso, al desconocer la población alrededor de ‘la escombrera’ Snow Ball o bola de nieve, es un método de muestreo no probabilístico que, permite recolectar la información uno a uno de los caleños que viven cerca, y de esta manera se va construyendo una muestra representativa de la población y los resultados permitirán definir su máxima disposición a pagar.

Definición de los precios de salida



6. Redactar el cuestionario
7. Realizar las entrevistas
8. Explotar estadísticamente las respuestas
9. Presentar e interpretar los resultados
10. Estimación de la demanda DAP por el bien ambiental: “Uso Circular los R.C.D en un Contexto no competitivo”
  - A. Estimación de la DAP a través de modelos de probabilidad
  - B. Estimación de la demanda de un bien público (problema de la agregación vertical)
  - C. Factores de expansión

11. Diseño y Pronóstico de un Esquema Diferencial de Tarifas Para el Cobro por el “Uso Circular los R.C.D en un Contexto no Competitivo”
  - A. Mercado segmentado y discriminación de precios (tarifas). Esta fase se procedería a diseñar un plan tarifario de acuerdo con las
  - B. Estimación del excedente de los consumidores.
  - C. Valoración social del programa.

Para cerrar, es importante tener en cuenta que esta es solo una propuesta que funciona como alternativa a una acción punitiva en el contexto local y, por tanto, deberá ser validada por los diferentes actores que se verían impactados, así como la capacidad de gestión que se tiene desde la administración para ponerla en marcha. Para esto, como parte del proceso de validación se deberá establecer cual sería el alcance que se daría, al tratarse de un piloto a realizar en el área de influencia, además de los recursos disponibles o que deban gestionarse por cooperación con el sector privado o en el ámbito internacional.

## Conclusiones

Desde hace décadas el manejo y el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición se constituyó como una de las principales preocupaciones de las grandes ciudades. Ya que representan una gran cantidad de material desechado que, en su mayoría, termina en rellenos sanitarios sin ningún tipo de aprovechamiento, lo cual genera un problema ambiental significativo, puesto que estos residuos ocupan un espacio considerable y pueden contaminar el suelo y el agua subterránea si no se manejan adecuadamente.

Además, el manejo inadecuado de los RCD implica una pérdida de recursos económicos. Muchos de estos materiales podrían ser reutilizados o reciclados, lo que permitiría ahorrar en la adquisición de nuevos materiales y reducir los costos de disposición en los rellenos sanitarios, beneficiando la economía de la ciudad. En este sentido, en el desarrollo de este documento también se resaltaron algunos casos que, a nivel internacional y local han demostrado como se pueden transformar y reutilizar los residuos sólidos a partir de los cuales se pueden construir propuestas adaptadas al contexto caleño, entre los cuales se desatacó por ejemplo, el caso de la constructora chilena Axis que a través del diseño viene transformado proyecto de demolición de veredas en una iniciativa que beneficia a la comunidad y aborda desafíos medioambientales.

Por último, la *propuesta para un Diseño de Tarifa por el aprovechamiento de los RCD en el distrito de Santiago de Cali: Caso Piloto Área de Influencia de “la Escombrera”*, apunta a la

posible generación de nuevos empleos y oportunidades de negocio que impulsen la economía local, mientras que paralelamente reduciría la dependencia de recursos naturales, fomentando de esta manera la economía circular.

## Referencias bibliográficas

Desarrollos Constructivos Axis . (2023). *Axis: De reducir residuos de la demolición de veredas a dar valor a la comunidad*. Santiago de Chile: Desarrollos Constructivos Axis .

ACODAL. (2017). *CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN – RCD QUE INGRESAN A LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE LA CARRERA 50 DE LA CIUDAD DE CALI E IDENTIFICACIÓN DE SU POTENCIAL DE TRANSFORMACIÓN EN ECO-PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN*. SANTIAGO DE CALI, VALLE DEL CAUCA: ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI.

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2020). *Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*. New York: EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos de Santiago de Cali*. Cali: Departamento Administrativo de Planeación Municipal – DAPM.

Cabrera Trujillo, H., & Palacio Gonzalez, L. T. (2020). *Planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición RCD generados en la ciudad de Bogotá D.C. para la elaboración de prefabricados de construcción*. Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

Concejo de Cali. (2023). *POR EL CUA REGLAMENTA EL CONTROL A LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN – RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, CULTURAL, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIOS DE SANTIAGO DE CALI Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES”*. Santiago de Cali: Alcaldía de Santiago de Cali.

Concejo de Cali. (2023). *Resolución 4182: POR MEDIO DE LA CUAL SE ACTUALIZA EL PROTOCOLO DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE LA CARRERA 50 CON AUTOPISTA SIMON BOLIVAR*. Santiago de Cali: Alcaldía de Santiago de Cali.

- Espitia, J., & Espitia, M. N. (2020). *Diagnóstico del Manejo Integral de Residuos sólidos en el conjunto Residencial de los Fundadores en la Ciudad de Cali, en el año 2019*. Santiago de Cali : Universidad Nacional, Abierta y a Distancia- UNAD .
- Ferrando Sánchez, M., & Granero Castro, J. (2007). *Gestión y minimización de residuos* . Madrid : Fundación CONFEMETAL .
- Hernández, A. (2020). *En marcha la planta piloto para aprovechamiento de residuos de construcción y demolición*. Santiago de Cali: Alcaldía de Cali.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá, Colombia. (2022). *Marco político y normativo para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Jimenez Bolaños, L., Trochez Sánchez, N., & Díaz Rosero, Y. (2019). Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción . *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas* , 87-93.
- Marmolejo de Oro, G. A. (2012). *DISPOSICIÓN ILEGAL DE ESCOMBROS Y LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE CONFLICTOS AMBIENTALES*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Bogotá D.C: Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones*. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Municipal, D. A., & Univalle, F. (2022). *Estudios de viabilidad para la planificación de la gestión integral de residuos sólidos, las prestación del servicio público de aseo y sus actividades*. Santiago de Cali : Alcaldía de Santiago de Cali.
- OPEMED. (2015). *Suiza es el país que mejor gestiona los residuos*. Madrid: Operativa Medioambiental, S.L.U. (Opemed®).

- Otero Vega, P. A. (2023). *Administración Distrital habilitará nuevo punto limpio para la recepción de RCD*. Santiago de Cali: Alcaldía de Cali.
- Pacheco Bustos, C., Fuentes Pumarejo, L. G., Sánchez Cotte, E. H., & Rondón Quintana, H. A. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión . *Revista Ingeniería y Desarrollo* , 533-555.
- Robayo, R., Matthey Centeno, P., Silva Urrego, Y., Burgos Galindo, D., & Delvasto Arjona, S. (2014). Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento. *Tecnura* • p-ISSN: 0123-921X • e-ISSN: 2248-7638 • Vol. 19 No. 44 • Abril - Junio, 157-170.
- Secretaria de Desarrollo, E., Alcaldía de Santiago, d. C., & Universidad del, V. (2020). *Análisis de la demanda de los residuos sólidos aprovechables en la ciudad de Cali*. Santiago de Cali: Alcaldía de Santiago de Cali .
- Secretaria de, D. E., Alcaldía de, S. d., & Unuversidad del, V. (2020). *Informe final. Estudio de la factibilidad para la implementación de un Sistema de Gestión de Economía Circular para el aprovechamiento de los residuos sólidos en Santiago de Cali*. Santiago de Cali: Alcaldía de Santiago de Cali .
- Secretaria Distrital, d. A., & Alcaldía Mayor, d. B. (2021). *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición -RCD en la obra* . Bogotá : Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2020). *INFORME NACIONAL DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS 2020*. Bogotá D.C: DNP Departamento Nacional de Planeación.