



PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES PARA LA ADECUADA
GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ
D.C.**

VALERIA ALEJANDRA VILLALBA GAVIRIA – 551144

EDNA CONSTANZA CEPEDA SÁNCHEZ – 551146

OMAR FELIPE RODRÍGUEZ PÉREZ – 551171

DIEGO ALEXANDER MORENO AMAYA – 551172

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2018



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:

Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas



Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
1 Generalidades	7
1.1 Línea de Investigación	7
1.2 Planteamiento del Problema	7
1.2.1 Antecedentes del problema	9
1.2.2 Pregunta de investigación	11
1.2.3 Variables del problema	11
1.3 Justificación	11
1.4 Hipótesis	12
1.5 Objetivos	13
1.5.1 Objetivo general	13
1.5.2 Objetivos específicos	13
2 Marcos de referencia	13
2.1 Marco conceptual	13
2.1.1 Involucrados	13
2.1.2 Tipo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD	15
2.1.3 Ciclo de Vida de Materiales de Construcción	18
2.1.4 Aspectos ambientales	21

2.2	Marco teórico	23
2.3	Marco jurídico	24
2.3.1	Normatividad de orden Distrital	24
2.4	Marco geográfico	25
2.5	Marco demográfico	26
2.6	Estado del arte	26
3	Metodología	28
3.1	Fases del trabajo de grado	28
3.2	Población y muestra	29
3.3	Alcances y limitaciones	29
4	Productos a entregar	29
5	Entrega de Resultados Esperados e Impactos	30
5.1	Aporte de los resultados a la Gerencia de Obras	30
5.2	Cómo se responde a la pregunta de investigación con los resultados	30
5.2.1	Prevención desde el proyecto de obra hasta su ejecución y culminación con el objeto de minimizar los RCD.	31
5.2.2	Calculo en la Reducción de Costos por la utilización de RCD	32
5.2.3	Escombros o RCD dispuestos adecuadamente en el Distrito Capital	35
5.2.4	Área en m2 de proyectos con construcción sostenibles en Bogotá:	36
5.2.5	Porcentaje de superficie construida en Bogotá con criterios de sostenibilidad	

5.3	Estrategias de Comunicación y Divulgación	37
6	Nuevas áreas de Estudio: Manejo de los RCD en la certificación de construcción sostenible leed	38
7	Conclusiones	40
7.1	beneficios económicos evidenciados	40
7.2	beneficios ambientales evidenciados	41
8	Bibliografía	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PRINCIPIO RECTOR PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RCD.....	12
FIGURA 2.	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE RCD APROVECHABLES.....	20
FIGURA 3.	GESTIÓN INTEGRAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE RCD.	21
FIGURA 4.	ÁREA GEOGRÁFICA DE ESTUDIO	26
FIGURA 5.	MODELO BOGOTANO DE GESTIÓN DE RCD – PROGRAMA BASURA.....	32
FIGURA 6.	RCD, DISPOSICIÓN FINAL, TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO	32

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	GESTORES DE RCD AUTORIZADOS	8
TABLA 2.	NORMATIVIDAD SOBRE LA GESTIÓN DE RCD	10
TABLA 3.	ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE USO DE RESIDUOS.	15

TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE LOS RCD APROVECHABLES Y NO APROVECHABLES	17
TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE RCD No APROVECHABLES	17
TABLA 6. VOLÚMENES Y PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE RCD RECIBIDO Y APROVECHADOS EN EL 2012 Y 2013	27
TABLA 7. COSTOS DE MATERIAL GRANULAR REQUERIDO PARA PRODUCIR CONCRETO	32
TABLA 8. CALCULO DEL VALOR DEL M3 DE CONCRETO CON EL 100% DE MATERIAL GRANULAR NATURAL	33
TABLA 9. CÁLCULO DE LOS COSTOS DE LA MEZCLA DE UN M3 DE CONCRETO, CON EL 30% DE MATERIAL GRANULAR RECICLADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA QUE EL CONCRETO NO PIERDA SU RESISTENCIA.	33

INTRODUCCIÓN

El fin del presente documento inicialmente era presentar los resultados del análisis desarrollado en el anteproyecto, en el que inicialmente se propuso un acercamiento a empresas bajo el régimen de Sociedad por Acciones Simplificada (SAS) que ejecutan obras civiles de construcción, en la ciudad de Bogotá D.C, esto con el objetivo de obtener la información requerida para efectuar la exploración sobre si la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) que adelantan dichas empresas, generan beneficios, económicos, ambientales y sociales, sin embargo, una vez realizado el acercamiento a más de diez (10) de dichas empresas, solo dos suministraron información.

Una vez realizada la corroboración de la información recolectada, se evidencio que esta era deficiente y no presentaba el soporte necesario para obtener resultados adecuados, motivo por el cual se reenfoca el objetivo de este trabajo.

Por los inconvenientes antes señalados, se optó por la evaluación de la adecuada gestión de los RCD, dicha evaluación se realiza mediante los reportes generados en el Observatorio Ambiental de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) y documentos investigativos, realizados por profesionales y entidades interesadas en evidenciar los beneficios de dicha gestión.

El desarrollo del presente documento se enfoca en la presentación de las ventajas económicas y ambientales que genera la gestión de los residuos de construcción y demolición, generados durante el desarrollo de las obras civiles, a través de aspectos tales como la reducción de los RCD en la fuente, la reducción de costos por la utilización de RCD en las obras, la tendencia que muestra los RCD que se han gestionado correctamente en años recientes, criterios de sostenibilidad para la construcción en Bogotá, la huella de carbono que genera la inadecuada gestión de los RCD; concluyendo con esta información los beneficios de implementar practicas sostenibles en la gestión de los RCD.

1 GENERALIDADES

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de Investigación que se eligió entre las opciones que ofrece la Universidad Católica de Colombia corresponde a la gestión y tecnología para la sustentabilidad de las comunidades.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como resultado del crecimiento demográfico, el incremento poblacional proyectado según el Instituto de Estudios Urbanos de la Secretaria de Hacienda en el 2003 (Secretaria de Hacienda - SDH, 2018) y el progreso desde el punto de vista económico de la ciudad, es posible diferir el aumento de las actividades constructivas ligadas a los procesos de urbanización, modernización de edificaciones existentes y la mejora y ampliación de la malla vial de Bogotá que generan una cantidad importante de residuos de construcción y demolición. Un gran porcentaje de estos no reciben el manejo y disposición final adecuada, dado que no se les hace un proceso de selección, con el cual se pueda realizar la separación de los materiales posibles de reutilizar, reciclar y/o transformar; la mayoría de las veces los mal llamados “*escombros*” son llevados a sitios no autorizados o son dejados en el espacio público, sin considerar los daños ocasionados.

El problema de la contaminación por el irregular manejo y disposición final de los residuos de construcción y de demolición en la ciudad de Bogotá D.C. ha aumentado en los últimos años de acuerdo con lo manifestado por la (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015) en la Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD). Para el año 2012 la Secretaria Distrital de Ambiente reportó la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) en un orden de 5.500.000 m³, equivalentes a 6.875.500 toneladas, promedio, lo que transcurridos los años ha ido en aumento.

Los impactos ambientales que genera la inadecuada gestión y disposición final de los RCD, principalmente se ven reflejados hacia el componente paisajístico, el deterioro de suelos y la contaminación de acuíferos que a su vez se ven reflejados en la afectación de la calidad de vida de la comunidad bogotana (Ramirez, 2014, pág. 16).

Es de aclarar que en los casos en que los RCD son dispuestos en sitios autorizados, estos en ocasiones no cuentan con la capacidad suficiente para el acopio de los grandes volúmenes que se generan diariamente en Bogotá, además de que el traslado de estos no solo generan sobre costos, si no también se requiere realizar recorridos de grandes distancias por parte de los transportadores dado que los sitios de disposición final se ubican en la periferia de la ciudad de Bogotá o fuera de la ciudad, generando adicionalmente una huella de carbono, que como lo indica el (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2018), genera emisiones de

gases de efecto invernadero (directas e indirectas), medidas en emisiones de CO2 equivalente, liberadas a la atmósfera.

A continuación, se presenta el listado de algunos Sitios de Disposición Final y Aprovechamiento de RCD contemplado en el Directorio Ambiental de Proveedores del IDU con corte al 30 de septiembre de 2018 que permanentemente es actualizado de acuerdo con la vigencia de los permisos ambientales y mineros exigidos por las Autoridades correspondientes.

Tabla 1. Gestores de RCD autorizados

Nombre / Razón Social	Categoría del Gestor de RCD	Municipio	Localización
CEMEX COLOMBIA S.A.	DISPOSICIÓN FINAL DE RCD	Bogotá	KILÓMETRO 4 VÍA USME - RESERVA ECOLOGICA PRIVADA LA FISCALA - NO RECIBE BASURAS/LODOS/MATERIAL VEGETAL/ASFALTOS
RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.S	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION	Cota	KM 1.5 VIA BOGOTÁ - SIBERIA, COSTADO SUR, VEREDA SIBERIA, LOTE LA BRITANIA VEGA.
CICLOMAT SAS	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION	Cota	PREDIO UBICADO 600 METROS AL SUR DE LA AUTOPISTA MEDELLÍN (CALLE 80), ENTRADA PARQUE INDUSTRIAL LA FLORIDA, VÍA SIBERIA -BOGOTÁ, VEREDA SIBERIA
MAQUINAS AMARILLAS SAS - MARILLAS SAS.	DISPOSICIÓN FINAL DE RCD ESTÉRILES Y MATERIALES SELECCIONADOS	Bogotá	PLAN DE MANEJO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA MINA LAS MANAS Y SANTA INÉS EN EL ÁREA DEL CONTRATO DE CONCESIÓN MINERA 8151 A NOMBRE DE LA EMPRESA HOLCIM COLOMBIA S.A. (PERFIL O-O' SECTOR NOR-ESTE). TUNJUELITO-BOGOTA
REX INGENIERIA S.A.	DISPOSICIÓN FINAL DE RCD ESTÉRILES Y MATERIALES SELECCIONADOS	Bogotá	UBICADA EN EL ÁREA DEL REGISTRO MINERO NO 048 DE LA CANTERA SAN ANTONIO, AL SUR DE BOGOTÁ D.C, EN LAS LOCALIDADES DE USME Y CIUDAD BOLIVAR EN LA PARTE BAJA DEL DENOMINADO "CONO DEL TUNJUELO"
COMPAÑÍA DE TRABAJOS URBANOS	DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIAL DE EXCAVACION	Chía	CANTERA FUSCA, LA CUAL SE LOCALIZA EN EL KM 17+200M DE LA CARRETERA CENTRAL DEL NORTE (CARRERA 7° DE BOGOTÁ).
MAGIR S.A.S ESP	DISPOSICIÓN FINAL DE RCD	Soacha	VEREDA PANAMA ALTOS DE LA FLORIDA
GRANULADOS RECICLADOS DE	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE	Cota	KILÓMETRO 1,5 DE LA VÍA BOGOTÁ - MEDELLÍN, PUENTE DE GUADUA

Nombre / Razón Social	Categoría del Gestor de RCD	Municipio	Localización
COLOMBIA GRECO SAS	RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION		COSTADO OCCIDENTAL VEREDA VUELTA GRANDE
RESIESCOL SAS	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION	Mosquera	LOTE 4 A DE LA VEREDA BALSILLAS
CODEOBRAS SAS	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION	Cota	AUTOPISTA MEDELLÍN KILÓMETRO 1,5 VÍA SIBERIA - BOGOTÁ, ENTRADA FRENTE AL PRIMER RETORNO
RCD PUENTE PIEDRA SAS	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION	Madrid	PREDIO NARE CON CÉDULA CATASTRAL NO. 00-00-0014-0024-000 DE LA VEREDA LA CUESTA
DROMOS PAVIMENTOS S.A.S	RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION	Mosquera	KILÓMETRO 3.8 DE LA VÍA BOGOTÁ - LA MESA, ZONA INDUSTRIAL, VEREDA BALSILLAS

Fuente: (Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, 2018)

Aunque la normatividad ambiental en apariencia es clara en reglamentar el manejo de los escombros, en la práctica se presentan inconsistencias legales, técnicas y administrativas que facilitan que los residuos sean dispuestos de manera inadecuada y el manejo ambiental implementado no sea el más apropiado.

1.2.1 Antecedentes del problema

Los antecedentes legales y normativos registrados para los residuos de construcción y demolición, se consideraron de carácter nacional establecidos desde el año 1994 mediante la Resolución 541 del Ministerio del Medio Ambiente la cual menciona lo siguiente: *“Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”* (Ministerio de Ambiente, 1994) fijando las bases de las normas de conducta, lineamientos de manejo y sanciones por el incumplimiento del manejo de los RCD, en la que exigía que la disposición se realice en las escombreras autorizadas.

Con base en dicha Resolución expedida para el cumplimiento a nivel nacional, el Distrito Capital expidió el Decreto Distrital 357 de 1997 en el cual se regula el manejo, transporte y disposición

final de escombros y materiales de construcción en el Distrito Capital, estableciendo en su momento las normas de conducta en dicha actividad; posteriormente se emite la Resolución 2397 del 25 de abril de 2011 la que regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital, que es derogada por el Artículo 15 de la Resolución 115 del 2012.

En la siguiente tabla se relaciona la normatividad vigente aplicable para la adecuada gestión de los RCD en la ciudad de Bogotá.

Tabla 2. Normatividad sobre la gestión de RCD

Acto Administrativo	Objeto Normativo	Descripción
<u>Decreto No. 586 de 2015</u>	Por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C.	Además de adoptar el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C., se establecen las políticas del modelo entre las cuales se encuentra implementar Planes de RCD en obras públicas y privadas, promover la reutilización y/o tratamiento in situ, entre otras.
Resolución No. 0932 de 2015	Por medio de la cual se modifica la Resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012 y se adoptan los lineamientos técnico-ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el distrito capital.	Se establecen las obligaciones de los grandes generadores y poseedores de RCD. Se establecen las sanciones en caso de disponer RCD de manera ilegal en espacio público, en Estructura Ecológica Principal o en sitios no autorizados para tal fin. Se anexan a la Resolución 1115 formatos de obligatorio cumplimiento.
Resolución No. 01115 del 26 de septiembre del 2012	Por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico- ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el distrito capital	

Fuente: (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015)

Con esta normatividad, el Distrito busca como acción principal, garantizar y certificar que la disposición final de los RCD se realice mediante gestores autorizados que les den el debido tratamiento y clasificación, considerando que los residuos representan recursos potenciales de reciclaje para la obtención de un sin número de materiales secundarios, así como también alcanzar las metas de reciclaje o reutilización de los RCD para las entidades privadas y públicas, el cual está establecido en un 25 % a partir del mes de agosto de 2013. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015)

1.2.2 Pregunta de investigación

Después de la problemática expuesta anteriormente, generada por los residuos de construcción y demolición (RCD), centrándonos en los aspectos económicos y ambientales, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿De acuerdo con los registros adelantados por la Secretaria Distrital de Ambiente, qué ventajas económicas y ambientales, se generan cuando se realiza una adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en las obras adelantadas en la ciudad de Bogotá?

1.2.3 Variables del problema

Las variables a tener en cuenta al momento de analizar la existencia de beneficios por la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD, serán de índole económico y ambiental.

- **Componente Económico:** reducción o el aumento de los costos, consecuencia de la gestión de RCD, ahorro en la adquisición de materiales de relleno o aligerantes por la reutilización de RCD, ahorro en transporte por disposición de los residuos en escombreras, entre otras.
- **Componente Ambiental:** reducción de impactos ambientales relacionados con la alteración de paisaje por la inadecuada disposición o disposición ilegal de RCD, la disminución de explotación de recursos naturales, disminución en la huella de carbono, alteración de la calidad del aire, altos consumos energéticos, minimización material particulado y gases efecto invernadero a la atmósfera, reducción de recurso hídrico, conservación de humedales, entre otras.

A pesar de que el Componente Social es relevante, el presente trabajo no lo considera debido a la extensión y complejidad del mismo.

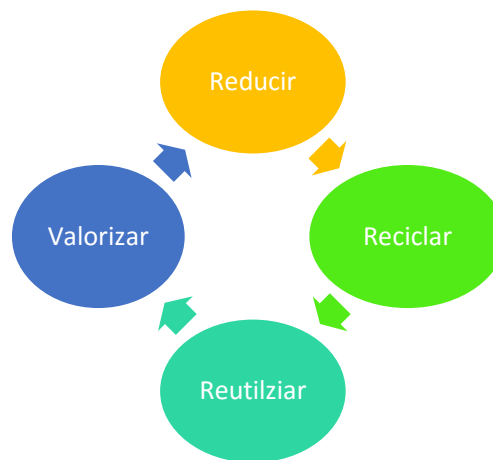
1.3 JUSTIFICACIÓN

Evidenciar la importancia del cumplimiento de la normatividad ambiental frente a la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, mostrando los beneficios y ventajas a obtener, si las empresas que ejecuten obras de construcción en la ciudad de Bogotá D.C realizan una adecuada gestión de los RCD, así como la oportunidad de negocio que esto genera y el beneficio que adicionalmente obtendría el medio ambiente. Con los resultados obtenidos se propone contribuir mostrando que la adecuada gestión de los RCD es parte de la solución de un problema

fundamentado a partir del mal manejo de los mismos; el enfoque del presente documento está basado en la problemática y normativas vigentes en Bogotá D.C.; buscando generar datos que conlleven a evidenciar los beneficios económicos y ambientales que se obtendrían a partir de la implementación de la adecuada gestión de los RCD y que aquellas empresas que no cumplen con las normas actualmente vigentes los evidencien y sean parte de la solución de la problemática generada.

Con los datos encontrados se pretende demostrar, que poner en práctica la consigna de las 3R, Reducir, Reciclar y Reutilizar, tal como se muestra en el esquema de la siguiente Figura, ayudará a disminuir la cantidad de material natural explotado, actualmente utilizado como materia prima, consumida por las empresas constructoras de obras civiles en Bogotá D.C, toda vez que los residuos de demolición, de excavaciones y sobrantes de los procesos constructivos, pueden ser reciclándolos y/o reutilizados dándoles una 2da vida útil, reduciendo los volúmenes de disposición lo que conlleva a darle una nueva valorización a los mismos.

Figura 1. Principio rector para el aprovechamiento de los RCD.



Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015)

1.4 HIPÓTESIS

La problemática ha resultado de la inadecuada gestión de los RCD en la Ciudad de Bogotá, que aumenta por la ineficiencia e ineficacia de los involucrados en los procesos que son necesarios de realizar en las actividades propias de la construcción de obras civiles, conllevando a la generación de dichos residuos, los cuales con un proceso adecuado podrían generar beneficios económicos y ambientales.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Evaluar si la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la ciudad de Bogotá D.C., genera beneficios económicos y ambientales.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar, mediante la información recopilada de fuentes variadas, los beneficios económicos que se obtienen al cumplir con los lineamientos establecidos para la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
- Estimar, mediante los datos recopilados, siendo la fuente más relevante la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA, los beneficios ambientales que se obtienen al cumplir con los lineamientos establecidos para la adecuada gestión de los RCD.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

En el marco conceptual de manejo de residuos de construcción y demolición desde el punto de vista económico y ambiental en obras de construcción de la ciudad de Bogotá DC, se presenta la definición de las variables y conceptos más relevantes contemplados del problema a tratar.

Hay varios agentes o actores involucrados en el manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se describen a continuación:

2.1.1 Involucrados

Según la Secretaria Distrital de Ambiente, los principales actores en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición se relacionan continuación (SDA, 2018).

Generador

Los generadores de escombros pueden ser personas naturales o jurídicas que realizan actividades de obras civiles de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas, estos pueden ser de carácter privado o público.

- Generadores de escombros de excavación.
- Generadores de escombros de construcción.
- Generadores de escombros de demolición
- Generadores de sedimentos
- Generadores de remodelaciones.

En el sector Público las siguientes empresas se identifican como grandes generadores de residuos:

- Instituto de Desarrollo Urbano IDU
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
- Unidad Administrativa especial de servicios públicos UAESP
- Unidad administrativa especial de mantenimiento y rehabilitación UAEMRV

Transportador

Cualquier persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD en distintos puntos de generación, pudiendo asumir o no la titularidad de estos.

Centros de Tratamiento y Aprovechamiento

Los Centros de Aprovechamiento de RCD son instalaciones en las cuales se realizan actividades de separación, almacenamiento temporal, reutilización, tratamiento y reciclaje de RCD, las cuales pueden ser fijas o móviles.

Sitios de Disposición Final

Los Sitios de Disposición Final son lugares autorizados, destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento

Recuperador Especifico

Persona natural o jurídica que realiza actividades de aprovechamiento de RCD diferentes a los pétreos y tierras de excavación.

A partir del quince (15) de octubre de 2012 los generadores, transportadores, las plantas de

tratamiento y/o aprovechamiento y los sitios de disposición final deben registrarse e iniciar el reporte de información en el aplicativo web de la Secretaria Distrital de Ambiente. Una vez se efectúe el registro se otorgará un único PIN que permita a los usuarios realizar los reportes, efectuar consultas y actualizar información.

2.1.2 Tipo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD

Inicialmente es importante definir los residuos como todo material que luego de haber cumplido su función o de haber servido a una actividad o tarea determinada es descartado. En el presente contexto de acuerdo con lo establecido en la Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra, elaborado por la Secretaria Distrital de Ambiente en el año 2015, los RCD que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo se pueden clasificar como Aprovechables y No Aprovechables.

A continuación, se presenta su clasificación según lo establece la Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de la Secretaria Distrital de Ambiente:

RCD Aprovechables.

- Residuos pétreos tales como: Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques, fragmentos de roca, baldosín y mortero).
- Residuos finos no expansivos como: Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos.
- Residuos finos expansivos ejemplos: Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos, entre otros.
- Residuos no pétreos siendo los principales los siguientes: Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos, etc.
- Residuos de carácter metálico tales como: Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
- Residuos orgánicos vegetales o de tierra negra.

Algunas alternativas de gestión de uno de los RCD aprovechables se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Alternativas de gestión de uso de residuos.

Residuo	Alternativa
Concretos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelos en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
	Reciclar como granulado

Residuo	Alternativa
Cerámicos	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
Asfaltos	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como asfalto
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como aleación
Madera	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
	Reciclar para tableros y aglomerados
Vidrio	Reciclar para vidrio
Pétreos	Reutilizar como áridos finos y gruesos
Pásticos	Reciclar como plásticos
Telas, Bloques, entre otros	Reciclar como base para otros productos
Residuos de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de taludes
	Reutilizar como estabilización de suelos

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015)

RCD No Aprovechables.

- Residuos peligrosos, es decir: Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos, etc.

La clasificación de los residuos se resume de forma detallada en las Tablas 4 y 5 que se muestra a continuación:

Tabla 4. Clasificación de los RCD aprovechables y no Aprovechables

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
A. RCD APROVECHABLES	I- Residuos mezclados	1. 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 1.
	II-Residuos de material fino	1. Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulom. 1.
		2. Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría 1, 2.
	III- Otros Residuos	1. Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
		2. Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
		3. Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
		4. Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.

Fuente: (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015)

Tabla 5. Clasificación de los residuos de construcción y demolición de RCD No Aprovechables

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
B. RCD NO APROVECHABLES	IV-Residuos peligrosos	1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, 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 peligrosidad descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
	V-Residuos especiales	No definida	Poliestireno - Icopor, cartón - yeso (drywall), llantas entre otros.
	VI- Residuos contaminados con otros residuos	1. 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.
	VII- Otros residuos	No definido	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su uso en las obras.

Fuente: (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015)

Almacenamiento o acopio: Ubicación temporal para los residuos de construcción y/o demolición RCD en: recipientes, depósitos y/o contenedores mientras se transportan para su aprovechamiento, tratamiento, transformación, comercialización o disposición final.

Aprovechamiento de RCD: Es el proceso mediante el cual a través de la recuperación de los

materiales provenientes de los residuos de construcción y/o demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico y productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de técnicas como la reutilización, reciclaje y revalorización entre otros.

Beneficio: Es un bien que se hace o se recibe por medio de la conservación y recuperación de algunos materiales, también se utiliza como sinónimo de utilidad o ventaja.

Disposición final: Es el proceso de recepción, acopio y confinamiento de los residuos de construcción y/o demolición no aprovechable en sitios técnicamente localizados y acondicionados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Generadores de RCD: Es la persona natural o jurídica que genera residuos de construcción y/o demolición en volúmenes superiores a un (1) m³ mensual y que adicionalmente requiere para este efecto de la expedición de licencia de construcción por parte de la autoridad competente.

Reciclaje: Proceso realizado por gestores especiales sobre los residuos generados, cuyo objetivo es la transformación, potencialización y reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos e insumos para el sector de la construcción.

Revalorización: Estrategia de gestión dirigida hacia la caracterización química de los residuos, permitiendo así integrarlos al proceso a través de la repotencialización de sus componentes.

Transportador: Persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD desde puntos de generación, asumiendo la titularidad de los mismos.

Residuo peligroso: Es aquel que, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas, generen riesgo sobre la población, el ambiente, los bienes y la infraestructura.

2.1.3 Ciclo de Vida de Materiales de Construcción

Todo producto o servicio cuenta con un ciclo de vida, usualmente este se encuentra dividido en etapas dependiendo del tipo. Conocer acerca del Ciclo de vida del producto permite que desde la fase inicial de una obra se identifiquen actividades y etapas que permitan minimizar los impactos ambientales generados por la construcción y generar criterios de sostenibilidad

Según lo define Construdata, 2018, el ciclo de vida de los materiales de construcción involucra las siguientes etapas:

1. Extracción

Corresponde a la etapa de explotación y extracción de materias primas. Genera impactos ambientales en el entorno donde se realice. Las principales fuentes corresponden a canteras y lechos de ríos, entre otros.

Es de resaltar que, según la misma fuente, los materiales más empleados en Colombia son las gravas, arenas, cemento, acero, ladrillo o cerámicas y tierra.

2. Manufactura

Proceso donde la materia prima se transforma en productos con unas características particulares. En esta etapa se generan impactos ambientales principalmente a la atmósfera.

3. Transporte

Etapa en la que se realiza la movilización del material, esta se presenta durante todo el ciclo de vida de los materiales, generando afectación en la capacidad de carga del suelo y atmósfera dependiendo de la distancia y tipo de combustible empleados (huella de carbono).

4. Construcción

Etapa en la que los materiales son empleados, mezclados entre sí, así como con sustancias químicas. Generando materiales sobrantes en cada uno de sus procesos tanto en los preliminares (Demoliciones y excavaciones), como en el desarrollo de la obra en sí (Construcción de estructuras, acabados etc...) En esta etapa se deben concentrar los esfuerzos que permitirán el uso de RCD, materiales previamente separados y que cumplen con la calidad establecida para cada fin.

5. Uso y Mantenimiento

Corresponde al análisis arquitectónico realizado previa a la construcción que permite contar con criterios de durabilidad, sostenibilidad, fácil mantenimiento, reutilización, entre otros. En esta

etapa generalmente se genera la demolición de las estructuras.

6. Reciclaje

Corresponde a la etapa en la que se emplean materiales previamente separados y que cuentan con opciones para nuevamente introducirlos al ciclo de vida.

7. Disposición de Desechos

Hace referencia al manejo adecuado de los RCD no aprovechables que requieren la disposición final. Durante esta etapa se realiza la clasificación, traslado y disposición final de los residuos generados en obra.

Ahora bien, como complemento al ciclo de vida de los materiales, ha sido establecido el ciclo óptimo de Residuos de Construcción y Demolición, que debe comenzar con una clasificación inicial en el sitio de la obra como se mencionó anteriormente, para luego priorizar los materiales aprovechables en la obra y los no aprovechables que deben destinarse al gestor debidamente autorizado. El ciclo se muestra en la siguiente Figura.

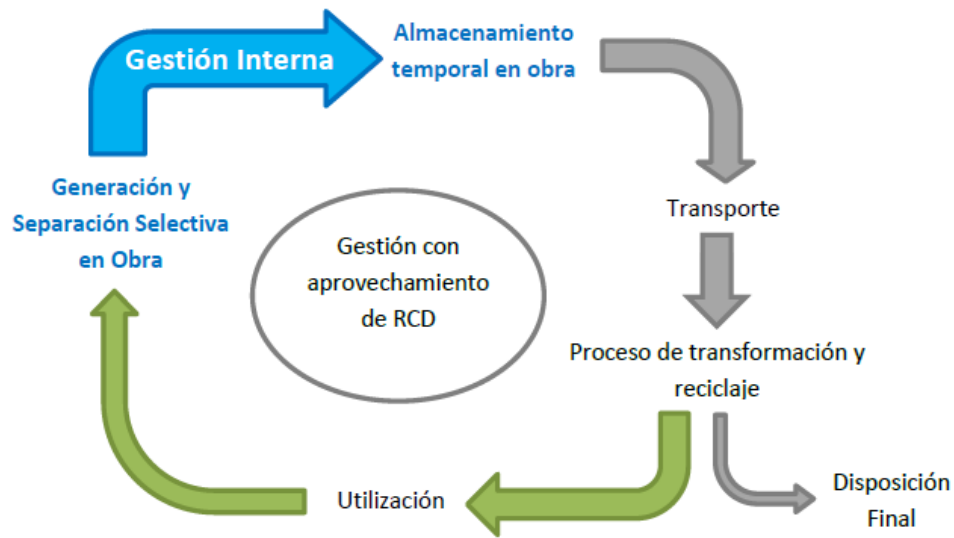
Figura 2. Clasificación de los residuos de construcción y demolición de RCD aprovechables



Fuente: (Construdata, 2012)

Según la Secretaria Distrital de Ambiente, la Gestión integral para el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición se centra en la generación de RCD y su adecuada separación, la cual debe realizarse en la obra, almacenamiento temporal en obra, transporte, transformación y reciclaje, su reutilización y disposición final tal como se describe en la siguiente figura:

Figura 3. Gestión integral para el aprovechamiento de RCD.



Fuente: (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015)

2.1.4 Aspectos ambientales

Dentro de los factores ambientales más afectados por la mala disposición de los RCD son:

1. Demanda de recursos naturales: La inadecuada gestión de RCD genera la explotación y extracción de recursos naturales con el fin de adquirir materias primas para la construcción.
2. Recurso hídrico: Aumenta la demanda del recurso durante la extracción de materiales, alteración de propiedades fisicoquímicas de aguas subterráneas y superficiales por la disposición de RCD que se hace en rondas de ríos, quebradas o humedales.
3. Biodiversidad: Disminución de la cobertura vegetal que afecta la presencia de fauna en áreas afectadas por la disposición inadecuada de los RCD.
4. Atmosfera: generación de material particulado y ruido.
5. Suelos: Cambio de uso de suelo, pérdida de la productividad.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, define el Cambio Climático como un "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana

que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables".

En el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) publicado en el año 2007, se estableció que está ocurriendo un calentamiento global que trae asociado fenómenos como el ascenso del nivel del mar y un cambio en el clima.

Tal como lo establece el IDEAM, 2018 en los escenarios de Cambio Climático son fenómenos globales de diversa forma y grado afectarán los ecosistemas y los sistemas socioeconómicos de diferentes regiones del planeta. Todos los países serán impactados y Colombia no es la excepción, razón por la cual en el país hay una alta preocupación sobre el tema en diversos niveles del Estado, en las instituciones, sectores socioeconómicos, entes territoriales y en la comunidad nacional en general. (IDEAM, 2018)

Es importante mencionar dada la participación de Colombia en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la que se establecen los Objetivos de Desarrollo Sostenible para los siguientes 15 años, esta debe alinearse en la gestión de RCD para hacer posible el cumplimiento de dichos objetivos, entre ellos y de relevancia para el presente documento:

- Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenible
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
- Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad

2.1.5 Aspectos Económicos

El incremento de costos debido al aumento en la demanda de disposición de escombros en sitios autorizado, el gran aumento en la demanda de lotes y una disminución en la oferta de lotes existentes han hecho que las escombreras municipales se hayan ubicado prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas. Bogotá cuenta actualmente con seis ubicaciones legales para la disposición final de escombros y material de excavación aprobado por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU); uno de ellos se encuentra en la ciudad y los restantes en las periferias. La afectación en temporada invernal de los espacios autorizados hace que algunos sitios de disposición cierren sus puertas por verse afectado su acceso

La problemática se agrava aún más, dada la generación creciente de los RCD en la ciudad de Bogotá y la existencia de sitios cada vez más distantes para su disposición final, los cuales sin duda acarrearán mayores costos y una mayor disposición al violar las normas mediante vertederos clandestinos.

2.2 MARCO TEÓRICO

Dado que el documento a realizar está centrado en la problemática de Bogotá D.C con relación a la inadecuada Gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), por parte de las empresas de construcción que ejecutan obras civiles, es necesario hacer un acercamiento histórico de la normativa que se ha venido implementando al respecto (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015).

El crecimiento, desarrollo y expansión que día a día registra Bogotá como metrópolis, generado por las construcciones nuevas, las adecuación de vías, de puentes y las demolición de edificaciones, actividades que a su vez producen residuos clasificados actualmente como RCD (residuos de construcción y demolición), lo que durante mucho tiempo no fue controlado, conllevando a la generación de la problemática ambiental que ha venido impactando de forma exponencial, negativamente los recursos naturales, zonas verdes, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, secamiento y pérdida del espejo de agua esto por la disposición inadecuada de escombros y materiales de construcción en las zonas de rondas y cuerpos de agua, inundaciones por impedimentos generados por la disposición de materiales sólidos en los canales de agua lluvias y sumideros con escombros y residuos de construcción, también se ha venido generando grandes afecciones en la salud de los habitantes cercanos a las zonas en las que se disponen inadecuadamente los mal llamados “escombros”, la evidencia de lo anterior ha hecho que los entes territoriales generen políticas y normas con el fin de controlar y/o contrarrestar el daño ambiental generado.

Como se ha mencionado anteriormente, desde 1994 mediante la Resolución 541, se regulo el “...cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”, en 1995 mediante el Decreto 948 se reglamenta “... *en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire*”, en el año 2002 se crea Ley 769 Por la cual se expide “.....el Código Nacional de Tránsito Terrestre”. En el año 2005 se emite el Decreto 4741 “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”, En el año 2007 se emite el Decreto 620 “Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital”. En el año 2008 se establece la Ley 1259 “Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros”. En el año 2009 en Bogotá a través de la subdirección de control ambiental se diseñó un modelo de programa de escombros cero para la ciudad el cual se incluyó en el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para la capital (2012- 2016), así como el Decreto 034 de 2009 y el Acuerdo 417 de 2009, en el año 2012 se realiza el Acuerdo 515 “Por medio del cual se

modifica el Acuerdo 417 de 2009, que reglamenta el Comparendo Ambiental en el Distrito Capital”, así también se establece la Resolución 01115 “Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital”, en el 2013 se crea la Resolución 715 de 2013 “Por medio de la cual se modifica la Resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012”. En el 2013 la Resolución 01138 “Por la cual se adopta la Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción y se toman otras determinaciones”, y en el 2013 el Decreto 364 “Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”.

La implementación de la norma y la imposición de multas se hace más rigurosa desde la aplicación de la resolución 1115 de 2012, sin embargo este control no se implementa con la seriedad y rigurosidad requerida lo que se evidencia particularmente en los casos de construcciones civiles realizadas con recursos particulares.

La información recolectada para la ejecución de este trabajo, pretende mostrar los beneficios ambientales y económicos que se obtendrán a partir de la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), para beneficio del proyecto de construcción, así como para la ciudad en general, esto al formular e implementar de manera adecuada el Plan de gestión integral, cumpliendo con las directrices de la Resolución 01115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico-ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital, que es de obligatorio cumplimiento desde septiembre de 2013.

2.3 MARCO JURÍDICO

La gestión integral de los residuos de construcción y demolición RCD en Colombia se rige por la normatividad ambiental y administrativa de orden nacional y distrital, a continuación, mencionaremos la normatividad nacional y distrital que compete al desarrollo del presente documento el cual se enfoca en Bogotá D.C.

2.3.1 Normatividad de orden Distrital

- Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Decreto Distrital 112 de 1994 por el cual se fijan lineamientos para el tránsito de vehículos de carga e industriales, en el área urbana del Distrito Capital.
- Decreto Nacional 948 de 1995 que reglamenta en relación con la prevención y control de

la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.

- Decreto Distrital 357 de 1997 Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.
- Ley 769 de 2002 por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre.
- Acuerdo 79 de 2003 del Concejo de Bogotá, por el cual se expide el Código de Policía de Bogotá. Artículo 85.
- Resolución 556 de 2003 del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente por la cual se expiden normas para el control de las emisiones en fuentes móviles.
- Decreto Distrital 312 de 2006 Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.
- Ley 1259 de 2008, creación y aplicación del comparendo ambiental a nivel nacional.
- Decreto 620 de 2008, que complementa el 312 de 2006 de residuos sólidos.
- Acuerdo 417 de 2009 del Concejo de Bogotá, por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 1115 de 2012 de la Secretaría Distrital de Ambiente, por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital.

2.4 MARCO GEOGRÁFICO

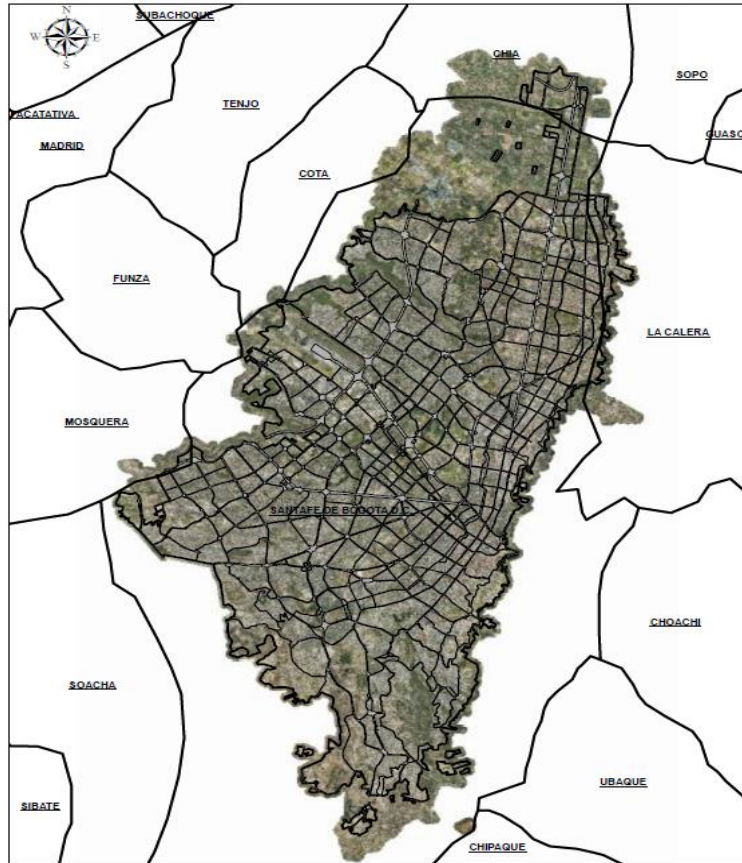
Bogotá, D.C. es la ciudad capital de la República de Colombia y se constituye en el principal centro geográfico, político, industrial, económico y cultural del país.

A una altura de 2.630 metros sobre el nivel del mar, y con un área de 1587 Kms², es sede del Gobierno y la más extensa de las ciudades de Colombia.

Su condición de capital de la República ha hecho que se haya extendido cada vez más para dar cabida a los miles de habitantes provenientes de todos los rincones del país y del extranjero.

El DANE y la Secretaría de Planeación estiman que la población de Bogotá, hoy bordea los 8 millones, crece en 100.000 habitantes cada año. Es decir que para el 2020 habrá alrededor de 8'380.000 personas en la ciudad. Y para mitad de siglo serán casi 3,7 millones más. Se llegará a, por lo menos, unas 11'048.700, según cálculos del Distrito. (El Tiempo, 2017), en la siguiente figura se relaciona la división política de la ciudad de Bogotá.

Figura 4. Área geográfica de estudio



Fuente: (IDU, 2018)

2.5 MARCO DEMOGRÁFICO

Tal como lo cita la Alcaldía Mayor de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017), se encuentra Ubicada en el Centro del país, en la cordillera oriental, la capital del país tiene una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente y se encuentra situada en las siguientes coordenadas:

Como Bogotá está ubicada entre montañas, estas sirven como barrera natural que restringe el flujo de humedad, influyendo en el régimen de lluvias.

La temperatura varía de acuerdo con los meses del año, desde diciembre hasta marzo son altas, al contrario de abril y octubre en donde son más bajas.

2.6 ESTADO DEL ARTE

La problemática en la que basamos nuestra investigación se centra en la mala gestión de los RCD que ejecutan en el desarrollo de construcciones de obras civiles obras en la ciudad de Bogotá

D.C, realiza desde su planeación.

De acuerdo a las estadísticas presentadas por Camacol por cada metro cuadrado de construcción se genera 1,4 m³ de residuos de construcción y demolición, de acuerdo a lo señalado en el informe económico de Camacol de abril de 2014

De lo antes señalado se encuentran diferentes estudios, uno de ellos que fue consultado es el elaborado por la Magíster en Gestión Ambiental, MARIA ALEJANDRA GAITAN CASTIBLANCO, en su Proyecto de grado de en el 2013, en el cual menciona que : *“Como consecuencia del constante crecimiento y desarrollo urbano de la capital anualmente, La ciudad de Bogotá reporto para el año de 2008 aproximadamente 10 millones de mts³ de escombros, aportados por dos grandes sectores: Publico con un aporte aproximado de 3.830.628 mts³ y el sector privado con 6.804.232 mts³ 16 (UNIDAD ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS PUBLICOS, 2009) generando una nueva problemática ambiental por la afectación del entorno, presión sobre los recursos naturales durante su manejo y las malas prácticas de manejo de este tipo de residuo durante su ciclo de vida afectando la calidad del agua, suelos, paisaje y aire y acortando la vida útil de los rellenos sanitarios.”* (CASTIBLANCO, 2013)

En la siguiente tabla se muestra datos en millones de toneladas de materiales obtenidos de demolición y remoción en el año 2012 y 2013 con posibilidad de ser aprovechados:

Tabla 6. Volúmenes y porcentajes de participación de RCD recibido y aprovechados en el 2012 Y 2013

Material	Año 2012		Año 2013	
	Total (m3)	% Participación	Total (m3)	% Participación
Excavación	911.330	80,2	148.673	71,3
Lodos	147.469	13	31.598	15,2
Ladrillo	64.680	5,7	23.814	11,4
Concreto	4.116	0,4	2.450	1,2
Tierra negra	4.802	0,4	644	0,3
Capa Vegetal	3.584	0,3	1.316	0,6
Total	1.135.981	100	208.495	100

Fuente: (CASTIBLANCO, 2013)

Dichos datos corresponde a valores generados en la ciudad de Bogotá, en sitios autorizados; donde fue posible evidenciar la disposición de los residuos de construcción y demolición (RCD), no se está realizando adecuadamente, toda vez que aun cuando la cantidad de estos aumenta, como se evidencia en las cifras registradas por el PIB; en el año 2012, el crecimiento en la construcción presento una tasa del 4% y para el año 2013 dicha tasa aumenta al 4.9% (Estudio económico del sector de la construcción IDU/2017), los registros del ingreso de estos disminuyen.

Lo anterior evidencia que, en Bogotá, a pesar de que se implementó de forma más firme la normativa ambiental desde el año 2012, esta no se está cumpliendo a cabalidad, por lo que consideramos que es necesario evidenciar con más contundencia los beneficios de una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición.

La información sobre la cual se basa la estimación de datos de la GESTION DE LOS RCD, se obtiene de las entidades ambientales y Distritales que regulan el manejo y la gestión de escombros en Bogotá tales como la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA), La Unidad Administrativa Especial de Servicios Público (UAESP), el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y la Empresa de Acueducto de Bogotá (EAB), así como de documentos que registran investigaciones y trabajos de investigación de tipo académico en este tema.

3 METODOLOGÍA

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

El desarrollo del presente trabajo se genera a partir de una secuencia de pasos o fases adelantadas según corresponde al avance de este y al criterio del equipo investigador.

- 1.** Consulta bibliográfica, siendo ésta enfocada en 6 hitos que consideramos los más relevantes para el desarrollo del tema.
 - Generación de Escombros durante la ejecución de las obras.
 - Como, cuando y para que se selecciona el material de excavaciones, escombros y/o demoliciones
 - Implementación de las 3 R: reducir, reciclar y reutilizar
 - Normativa para la implementación adecuada de los Gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), en la ciudad de Bogotá
 - Costos ocasionados por la adecuada gestión de los RCD
 - A partir de la adecuada gestión de los RCD evidenciar los beneficios económicos y ambientales
- 2.** Consulta de la información registrada por la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) como ente regulador de la normatividad en el distrito, referente al control y seguimiento de la Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) La Unidad Administrativa Especial de Servicios Público (UAESP), el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y la Empresa de Acueducto de Bogotá (EAB), así como de los diferentes artículos e investigaciones realizados por profesionales con inquietudes relevantes al tema.
- 3.** Selección de información: de la información obtenida se realizara la selección de lo más relevante que evidencien que con la adecuada gestión de los RCD realizada en las obras adelantadas en la ciudad de Bogotá, se puede obtener beneficios económicos y ambientales.
- 4.** Análisis de la información recolectada; se toma los documentos seleccionados y de ellos se realiza con respecto a las ventajas a obtener en cuanto a los componentes económicos y ambientales que conlleva la realización de una adecuada gestión de los RCD, separando los ejemplos y estudios realizados a la fecha que evidencien dicho hecho:

- La identificación de posibles Beneficios económicos y ambientales
 - La Identificación de los costos económicos de la adecuada gestión de los RCD.
5. Conclusiones de la Investigación.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Con respecto a la población, considerando esta como el sector de la construcción que cuenta con 69.000 empresas y representa el 19,7% del PIB de Bogotá (El Espectador , 2018), que se toma para el estudio a realizar en cuanto a los posibles beneficios económicos y ambientales se determina por los actores que confluyen en el desarrollo de la implementación de la normativa y que es considerada relevante por la Secretaria Distrital de Ambiente; en cuanto a la muestra se enfoca sobre el control y seguimiento adelantado a la gestión que realizan las obras ejecutadas de la ciudad de Bogotá evidenciada en la base de datos de la Secretaria Distrital de Ambiente y otros entes de control del Distrito.

3.3 ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance del presente documento se fundamenta es el análisis realizado sobre la información obtenida de los registros de la Secretaria Distrital de Ambiente, La Unidad Administrativa Especial de Servicios Público, el Instituto de Desarrollo Urbano y la Empresa de Acueducto de Bogotá, así como de los estudios y/o investigaciones realizadas por diferentes actores preocupados por mejorar y hacer de la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), una oportunidad enmarcado en los posibles beneficios y ventajas económicas y ambientales. No es posible dejar de lado las limitaciones que se presentan cuando se trata de un tema que afecta intereses particulares, ya que al realizar una adecuada selección y recuperación de materiales de construcción se afecta la explotación continua de recursos naturales, así como la fabricación de insumos que pueden ser reciclados para ser reutilizados.

4 PRODUCTOS A ENTREGAR

Teniendo en cuenta que la implementación de la normatividad ambiental no se está cumpliendo por el 100% de las empresas constructoras de obras civiles de Bogotá, es necesario seguir generando conciencia y quizás si se hace énfasis en la oportunidad de negocio que se puede generar desde la adecuada GESTION DE RCD, dichas empresas tendrían una motivación que nos acercaría a que en un tiempo más corto se lograra un mayor índice de la implementación de la teoría de las 3R y se realizara el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD), por lo que con la estimación mediante los datos recopilados, se pretende evidenciar que mediante el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD), generados en el desarrollo de la ejecución de las obras civiles, se obtienen beneficios y/o ventajas económicas,

generando a su vez beneficios en el componente ambiental, contrarrestando la problemática que actualmente se presenta la cual confluye en un problema a nivel mundial como es el “Calentamiento Global”.

5 ENTREGA DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS

5.1 APORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS

Desde la perspectiva de la Gerencia de Obras, la evaluación que se realiza con respecto a la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición, se enfoca en hacer de ésta, una oportunidad de negocio, tanto al interior de cada obra de construcción que ejecute adecuadamente dicha gestión, como la posibilidad de emprender una propuesta enmarcada en la transformación, recolección y reutilización de los RCD en la ciudad de Bogotá, para obtener construcciones civiles más ecoeficientes, donde se evidencien los beneficios económicos y ambientales objeto de este análisis.

5.2 CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS

La Secretaria Distrital de Ambiente ha venido realizando desde el año 2012 un control más riguroso a la adecuada gestión de los RCD, con lo que se ha provisto al Distrito Capital de herramientas y normas para hacer más eficiente la adecuada selección de materiales generados en las obras que se realizan en la ciudad.

Con la posibilidad de uso de materiales reciclados o reutilizando aquellos que tienen la opción de emplearse en las obras nuevas, esto abre una puerta al emprendimiento al darle a un material que se consideraba desecho la posibilidad de volver a ser utilizado, generándose múltiples campos de acción para una oportunidad de “negocio” que conlleva a beneficios económicos, con el plus de estar coadyuvando con el medio ambiente.

Hoy por las condiciones medioambientales en las que todos tenemos implicación es obligación tener en cuenta toda medida viable que se tome para corregir o por lo menos aminorar las afectaciones generadas.

A continuación, se presentan los temas a desarrollar e indicadores que se propone:

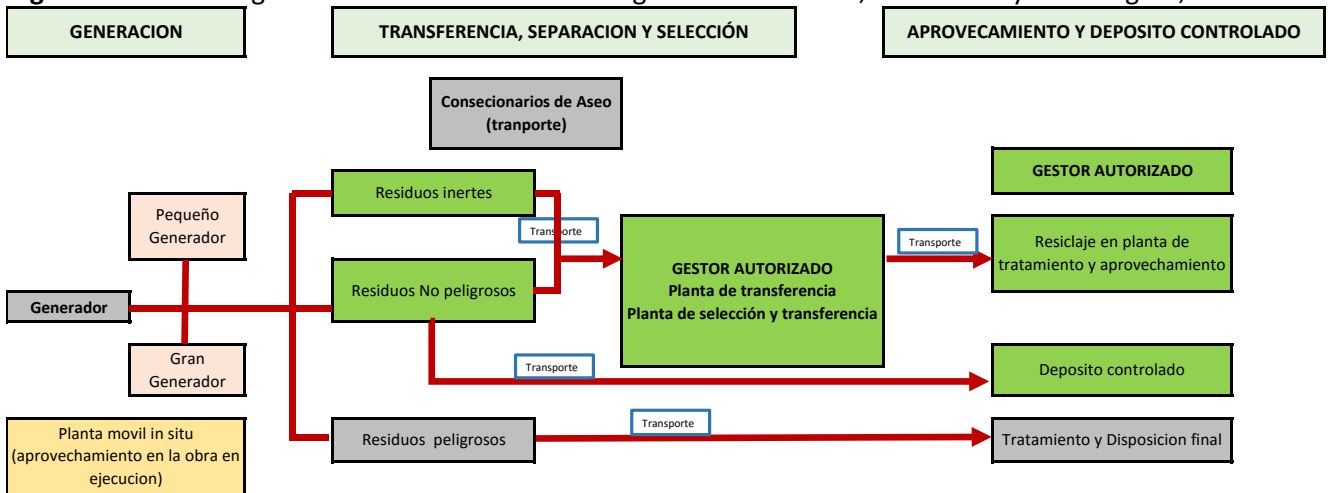
5.2.1 Prevención desde el proyecto de obra hasta su ejecución y culminación con el objeto de minimizar los RCD.

Como consecuencia del crecimiento, desarrollo y expansión que ha tenido la ciudad de Bogotá y todas las actividades que generan residuos propios de estas obras a los que se les conoce como Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y aquellos residuos que técnicamente no se pueden aprovechar. La siguiente figura presenta resultados en cantidad generada al año de RCD que aproximadamente se están produciendo, con esta proyección de cifras se busca maximizar las posibilidades de reciclado, reutilización, aprovechamiento y reducción de materiales producidos, desde la etapa de planeación, diseño y construcción de los proyectos usando estrategias para mejorar e implementar los RCD que se generan usándolos como parte de la materia prima mezclado con agregados naturales, desarrollando obras sostenibles, energéticamente eficientes y de bajo impacto ambiental, que generaran beneficios positivos a nivel económico y social a través de su ciclo de vida. A continuación, presentamos un organigrama donde se muestra el modelo de gestión de los RCD desde los entes generadores, pasando por los gestores autorizados hasta la disposición final.

El programa BASURA CERO iniciado por la Alcaldía Mayor de Gustavo Petro en el año de 2013, coordinado por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP, con el fin de que la ciudadanía bogotana reduzca, separe y aproveche los residuos sólidos.

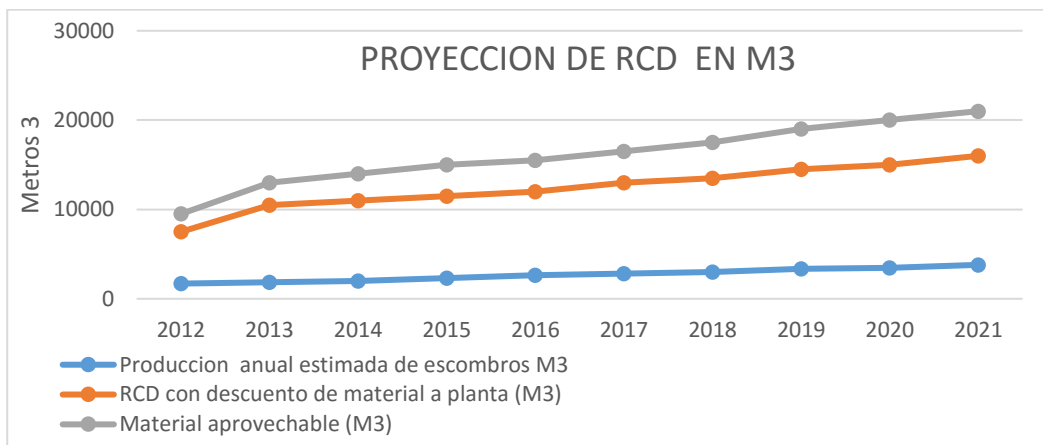
Como estrategia, el programa Basura Cero se orienta en la minimización del impacto de los escombros y los residuos sólidos, incluyendo entre estos los denominados especiales y peligrosos.

Figura 5. Modelo Bogotano de Gestión de RCD – Programa Basura Cero, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013



Fuente: (Lopez Baquero, 2012)

Figura 6. RCD, disposición final, tratamiento y aprovechamiento



Fuente: (ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA, 2012)

5.2.2 Cálculo en la Reducción de Costos por la utilización de RCD

Tabla 7. Costos de material granular requerido para producir concreto

Material	Und	Valor de material nuevo	Valor de material producto de RCD
Arena	M3	\$110.000,00	\$62.000,00
Triturado	M3	\$135.000,00	\$83.000,00

Fuente: (LISTADOS DE PRECIOS IDRD, 2018)

A continuación en las Tablas 9 y 10, se presenta un comparativo entre el uso de materiales granulares provenientes de la fuente natural contra los materiales reciclados.

Tabla 8. Cálculo del valor del m3 de Concreto con el 100% de material granular natural

Material	Und	Cantidad	Valor nuevo	Totales de material nuevo
Agua	lts	216	\$ 20,00	\$ 4.320,00
Arena	M3	0,84	\$ 110.000,00	\$ 92.400,00
Cemento gris	KG	525	\$ 420,00	\$ 220.500,00
Triturado	M3	0,42	\$ 135.000,00	\$ 56.700,00
Valor m3 con material nuevo				\$ 373.920,00

Tabla 9. Cálculo de los costos de la mezcla de un m3 de concreto, con el 30% de material granular reciclado de acuerdo con las recomendaciones técnicas para que el concreto no pierda su resistencia.

Material	Und	Cantidad de material nuevo	Cantidad de material reciclado 30%	Valor nuevo	Valor material RCD	Valor de total material nuevo	Valor total material reciclado	Valores totales
Agua	lts	216		\$20,00		\$4.320,00		\$4.320,00
Arena	M3	0,588	0,252	\$110.000,00	\$62.000,00	\$64.680,00	\$15.624,00	\$80.304,00
Cemento gris	KG	525		\$420,00		\$220.500,00		\$220.500,00
Triturado	M3	0,294	0,126	\$135.000,00	\$83.000,00	\$39.690,00	\$10.458,00	\$50.148,00
Valor total de m3 de concreto con material reciclado								\$355.272,00

Como ejemplo para hacer más evidente el ahorro que se obtiene al utilizar material reciclado a continuación se presenta un cuadro de resumen de un caso sencillo de construcción.

Tabla 10. Cálculo de cantidades de concreto para construcción de una estructura básica

M3 de Concreto con el 100% de material granular natural Opc. 1	M3 de Concreto con 30% material granular reciclado Opc. 2	Caso de construcción				
		Actividades	cantidad	Valor opc 1	Valor opc. 2	Ahorro uso de material
\$ 373.920,00	\$ 355.272,00	M3 de zapatas	9,6	\$ 3.589.632,00	\$ 3.410.611,20	\$ 179.020,80
		M3 de Vigas	30,24	\$ 11.307.340,80	\$ 10.743.425,28	\$ 563.915,52
		M3 de Columnas	18,9	\$ 7.067.088,00	\$ 6.714.640,80	\$ 352.447,20
		M3 de Placas	45	\$ 16.826.400,00	\$ 15.987.240,00	\$ 839.160,00
		M3 de escaleras	3,6	\$ 1.346.112,00	\$ 1.278.979,20	\$ 67.132,80
						\$ 40.136.572,80

Se debe también considerar los costos del transporte requerido tanto para el suministro de los materiales granulares desde las canteras o la disposición final en sitios aprobados de los materiales producto de excavaciones y/o demoliciones (RCD).

Los costos del transporte y del permiso (vale) de disposición en los sitios autorizados tiene los siguientes valores promedio

Tabla 10. Costo por disposición final de escombros en la ciudad de Bogotá, distancia promedio desde la Obra hasta las escombreras certificadas

Transporte/ vale	Und	Valor x Viaje	Valor por M3	Valor por M3/Km
Transporte 6M3 recorrido 30Km	Vj	\$ 108.153,00	\$ 18.025,50	\$ 600,85
Disposición de recebo 6M3	Vj	\$ 6.250,00	\$ 1.041,67	\$ 34,72
Disposición de tierra negra 6M3	Vj	\$ 3.000,00	\$ 500,00	\$ 16,67
Disposición escombro (concreto y mampostería) 6M3	Vj	\$ 2.834,00	\$ 472,33	\$ 15,74
Disposición capa vegetal 6M3	Vj	\$ 6.634,00	\$ 1.105,67	\$ 36,86

Fuente: (LISTADOS DE PRECIOS IDRD, 2018)

La industria de la construcción y las edificaciones son los principales consumidores de recursos naturales, consumen cerca del 60% de los materiales extraídos de la tierra Según el Worldwatch Institute. La Unión Europea estima que las edificaciones consumen el 40% de la energía total y también son responsables del 30% de las emisiones de CO₂. Además, generan aproximadamente el 40% de los residuos producidos por el hombre. (CAMACOL, 2011)

Los desperdicios que se producen durante las diferentes etapas de construcción de obras civiles en los diferentes materiales empleados en la misma, están en un rango no inferior del 5%, entre estos los más relevantes son el retal de acero, el aluminio, los cerámicos, el cartón y la madera, materiales susceptibles de transformarse y de tener una 2da vida útil; desafortunadamente aun cuando deben ser separados y acopiados para gestionar su reciclaje, es habitual que estos materiales se entreguen por los constructores más específicamente por el personal de las obras, a pequeños gestores no cualificados quienes pagan por los materiales una remuneración económica mínima que no es tomada en cuenta en el presupuesto de la obra, sin embargo su adecuada gestión si es relevante con la implementación de la normatividad ambiental.

Tabla 10. Beneficio económico a favor de la obra por kilo de material recuperado y vendido para una nueva transformación y reutilización – 2018

Materiales	Unidad	Valor
Acero	Kg	\$ 1.500.00
Aluminio	Kg	\$ 2.000.00
Cartón	Kg	\$ 300.00
Madera	Kg	\$ 200.00

También es necesario resaltar que los tipos de material susceptible de reciclar y/o de transformar para su aprovechamiento, que llegan a las plantas de transformación, son cerca del 80%, esto de acuerdo a lo citado en el diagnóstico técnico y económico elaborado por el Ing. Juan Camilo Escandón del 201.

Tabla 10. Tipos de agregado reciclado y aplicaciones.

RCD	Tipo de Agregados	Aplicación
Ladrillos y materiales cerámicos	Agregados finos y gruesos producto de la separación u trituración de residuos de ladrillos, materiales cerámicos y mortero, sin contenido de materia orgánica, metales o residuos peligrosos	Bloques y ladrillos de concretos prefabricados
		Base y Sub-Base granulares para pavimentos
		Rellenos, terraplenes nivelaciones topográficas
Vidrio	Vidrio pulverizado similar a la arena	Concreto hidráulico
Llantas y neumáticos	Llantas y neumáticos procesados para obtener partículas de caucho o migas pulverizadas	Mezcla asfáltica
Concreto	Agregados finos y gruesos producto de la separación u trituración de residuos de concreto y mortero, sin contenido de materia organiza, metales o residuos peligrosos	Concreto hidráulico
		Bloques y ladrillos de concretos prefabricados

Fuente: (JUAN CAMILO ESCANDON MEJIA, 2011)

5.2.3 Escombros o RCD dispuestos adecuadamente en el Distrito Capital

Mediante el Decreto Distrital 681 del 30 de diciembre de 2011 se adopta el Observatorio Ambiental de Bogotá, D.C., como sistema oficial de reporte y divulgación de la información, estadísticas e indicadores ambientales que producen las entidades de la Administración Pública Distrital. (Observatorio Ambiental de Bogotá - OAB, 2018)

El Observatorio Ambiental de Bogotá (OAB) permite conocer a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente en Bogotá, así como los resultados de la gestión desarrollada por varias entidades del Sistema Ambiental del Distrito Capital (SIAC)

El Observatorio ambiental realiza el seguimiento a la meta para 2020 de "Controlar 32.000.000 toneladas de residuos de construcción y demolición", en el marco del proyecto de inversión 1141 sobre Gestión Ambiental Urbana. En el periodo comprendido entre enero y Diciembre de 2017 se controló la disposición adecuada de 11.375.079,61 toneladas de RCD.

Tabla 10. Toneladas de RCD contraladas con disposición final adecuada

Numero de escombros o Residuos de Construcción y Demolición Controlados Dispuestos Adecuadamente TRCDCDA (Toneladas)
--

Año	Toneladas
2013	8.472.055
2014	8.303.963
2015	8.326.626
2016	7.493.910
2017	11.375.080

Fuente: (Observatorio Ambiental de Bogotá - OAB, 2018)

Los datos antes citados hacen parte de la meta proyectada para el 220 de "Controlar que 25% de Residuos de Construcción y Demolición - RCD sean reutilizados o aprovechados en obra".

El observatorio ambiental registro que se realizó el control y se hizo seguimiento a la aplicación y cumplimiento de la normativa con respecto al aprovechamiento y adecuado tratamiento de los RCD, los registros se encuentran en las base de datos de la entidad.

El aprovechamiento y tratamiento de RCD es del 30,34% sobre el 20% establecido para la meta estipulada. Estos valores se obtienen con base en los reportes generados por el seguimiento realizado a las obras y al aplicativo Web de la Entidad.

5.2.4 Área en m2 de proyectos con construcción sostenibles en Bogotá:

Distrital de Ambiente por incorporar criterios de sostenibilidad. El pre-reconocimiento se realiza durante las etapas de planeación, diseño y construcción y el reconocimiento se hace para proyectos en operación. (Secretaría Distrital de Ambiente). Es importante resaltar que una construcción sostenible se encuentra en sincronía con el sitio donde se llevara a cabo la obra, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente.

Tabla 10. Área de proyectos con construcción sostenible pre-reconocidos y reconocidos en Bogotá

Año	Área de proyectos reconocidos ARCS	Área de proyectos pre reconocidos - APRCS
2012	16.506,50	
2014	1.368,60	
2015	20.655,97	22.626
2016	139.847,90	0
2017	0	763.981,40

Fuente: (Observatorio Ambiental de Bogotá - OAB, 2018)

En la tabla anterior se observa que en el Distrito los m2 de construcciones sostenibles han aumentado considerablemente en los últimos 2 años, ya que se pasó de tener en el año 2014 1.368,60 m2 reconocidos como proyectos con construcción sostenible a tener en el año 2017 763.981,40 m2.

5.2.5 Porcentaje de superficie construida en Bogotá con criterios de sostenibilidad

Es un indicador por medio del cual se muestra la relación entre las superficies de edificaciones construidas con criterios de sostenibilidad frente al total de la superficie de edificaciones construidas de forma legal.

Tabla 10. Superficie construida en el perímetro urbano de Bogotá con criterios de sostenibilidad

Fecha	Superficie de edificaciones construidas con criterios de sostenibilidad	Superficie de edificaciones construidas	Porcentaje de superficie construida con criterios de sostenibilidad SCCS
2013	2.750.000	137.000.000	2,01%
2014	172.746	3.683.283	4,69%
2015	210.398	4.551.927	4,62%
2016	97.153	1.249.696	7,77%

Fuente: (Observatorio Ambiental de Bogotá - OAB, 2018)

Lo anterior muestra que aunque la construcción ha disminuido de manera notoria en el perímetro urbano de Bogotá, la construcción de edificaciones con conceptos sostenibles han aumentado, aun cuando este aumento no ha llegado a los niveles esperados, no obstante esto nos muestra que la calidad ecológica y conservación de la energía, el rendimiento económico y compatibilidad, el contexto e impacto estético que son los criterios de la sostenibilidad de las construcciones, tienen beneficios y año tras año son más las construcciones que implementan la construcción sostenible.

5.3 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

La estrategia de comunicación que utilizaremos para difundir el contenido del presente documento es:

1. La entrega del presente documento A LA Universidad Católica de Colombia – Facultad de Ingeniería, como soporte de la evaluación realizada en la que se evidencian los beneficios económicos y ambientales que se generan al efectuar una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), en la ciudad de Bogotá D.C
2. Presentar ante el jurado compuesto por profesionales especialistas los resultados de la estimación de los beneficios económicos y ambientales por la adecuada gestión de los RCD.
3. Publicar el documento resumen o paper.

6 NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO: MANEJO DE LOS RCD EN LA CERTIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE LEED

En el país se presentan nuevas iniciativas para el manejo, control y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición y una que es de resaltar es la planta procesadora EL GRECO, la cual es un emprendimiento planteado por Cementos Argos, Fanalca y Daeyang ubicada en el municipio de Cota, Cundinamarca; se busca procesar cerca de un millón de toneladas de RCD al año y con el producto del procesamiento evitar parte de la explotación del material virgen de las canteras, Alejandro Valencia, gerente de Greco añadió: *“Con esta nueva propuesta le apostamos a la formalización del reciclaje al reincorporar a la cadena productiva un material que comúnmente es considerado un desecho. También brindará beneficios económicos y ambientales para los constructores, pues además de aportar a la consecución de certificaciones ambientales como LEED, se reducen considerablemente los costos asociados al transporte y tiempos de entrega gracias a la proximidad de la planta, ubicada en Cota a solo 1,5 kilómetros de Bogotá”* (Argos, 2018)

Los Residuos de Construcción y Demolición aplicados bajo los parámetros de la construcción LEED, garantizan que un edificio sea diseñado y construido usando estrategias para mejorar su comportamiento, aprovechando los materiales y recursos que se generan en las diferentes etapas constructivas de las edificaciones generando un valor agregado al sector de la construcción ya que lo que se busca es: reducir, reciclar y reutilizar los RCD para convertirlos en productos que se implementaran como agregados en los nuevos acabados con porcentajes variables, dependiendo del tipo de especificación requerida que se traducen en una reducción de costos para el proyecto durante el proceso industrial y la gestión que encierra la producción de estas nuevas materias primas. En general se podría lograr integrar todos estos componentes del plan de gestión integral de RCD relacionados con beneficios económicos por medio de un sistema de calificación medioambiental como el sistema estadounidense Leadership in Energy & Environmental Design, que en español se presenta como Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental - LEED.

LEED es un sistema de puntos en el cual los proyectos de construcción obtienen puntos por satisfacer criterios específicos de construcción sustentable.

- Ubicación y Transporte (16 puntos)
- Sitios sostenibles (10 puntos)
- Uso Eficiente del Agua (10 puntos)
- Energía y Atmósfera (35 puntos)
- Materiales y Recursos (14 puntos)

- Calidad Ambiental Interior (15 puntos)

El sistema de certificación LEED considera los materiales constructivos de los edificios teniendo en cuenta su vida útil, desde el momento de su extracción, su manipulación y su posterior transformación, así como el transporte, instalación, mantenimiento y como se llega al fin de su ciclo de vida, evaluando el costo de este desde la posibilidad de reutilización, rehabilitación y reciclado, motivo por el cual es relevante la elección de los materiales, haciendo un “*uso responsable de los recursos disponibles por un lado, y reduciendo al máximo la cantidad de residuos generados por otro*” (Certificados Energeticos, 2018)

LEED actualizó su sistema de certificación en el año 2014, incluyendo en la categoría de Materiales y Recursos las siguientes estrategias:

- *Almacenamiento y recogida de materiales reciclables*, incluye papel, cartón, vidrio, plástico y metales.
- *Plan de gestión de residuos de construcción y demolición del edificio*, recuperación, reutilización y reciclaje de los materiales.
- **Reducción del impacto medioambiental durante el ciclo de vida del edificio**, se propone mantener fachadas, estructura y elementos no estructurales del interior de edificios históricos, o mantener al menos el 50% de la superficie de edificios abandonados o en ruina, para ser renovados y la reutilización o recuperación de materiales constructivos, tanto del propio edificio como de otros.
- *Uso de productos con beneficios medioambientales*, se verificará que los materiales utilizados implican una mejora del impacto sobre el medioambiente a lo largo de su vida.
- *Materiales rápidamente renovables*, compuestos por alguna planta que alcanza su madurez en menos de 10 años, fácil de plantar y no genera deforestación. El corcho, el cáñamo, la paja, o el bambú.
- *Materiales con contenido reciclado*, distingue de un material o producto que ya ha sido utilizado por el usuario final, y es recuperado para la fabricación de otro con una finalidad distinta de uno que en cambio, se recupera del material residual de la cadena de montaje, para la fabricación de otro producto distinto.
- *Madera certificada*, se garantiza que dicha madera proviene de áreas forestales gestionadas de manera responsable, y que no genera deforestación de los bosques.
- **Materiales regionales**, el uso de materiales con el objetivo de la reducción de costos de transporte, a la vez que se reduce el consumo de energía y por tanto las emisiones de CO₂. El límite en la distancia determinada por LEED, para que sea material regional es de 500 millas desde la localización de la construcción del edificio. (Certificados Energeticos, 2018)

Según (Vega Garcia, 2012), por cada tonelada de RCD que se logra incorporar o reutilizar en los concretos utilizados en las construcciones, se generan beneficios considerados como actividades

amigables con el medio ambiente y paralelamente económicos a empresas y particulares así:

- Reducción del uso de Materia Prima no renovable.
- Reducción de 230 Km de recorrido de tracto mulas.
- Reducción de 46 galones de combustible.
- Reducción de 0.1 toneladas de emisiones de CO2.
- Ahorro en costos de transporte de \$ 29.000/ton.
- Reducción en 7 horas del tiempo de ciclo.
- Reducción en el deterioro de pavimentos.
- Reducción en accidentes y congestión.
- Reducciones tributarias que ascienden hasta un 12% del total de la contribución tributaria del proyecto.

7 CONCLUSIONES

7.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS EVIDENCIADOS

1. Analizados los resultados de los cálculos presentados en el numeral 5 apartado 5.2.2 , se puede evidenciar que si existe un ahorro al usar material reciclado el cual corresponde aproximadamente al 5%.
2. Los costos de transporte de los materiales granulares desde las canteras, o de la disposición de los materiales producto de excavación y/o demolición son equivalentes a cerca del 15% del valor de material y si se suma el valor del vale de autorización de disposición este porcentaje puede aumentar hasta un 1%.
3. Ahorros en costos de transporte por que las plantas procesadoras son más cercanas a la ciudad.
4. El material dispuesto en las plantas de procesamiento, susceptible de que se le realice el proceso de las 3R, de acuerdo a los estudios realizados, ascienden a un 80% de la cantidad dispuesta.
5. Los ahorros en tiempos de desplazamientos, cargues de material y descargues de RCD, son ahorros económicos, ya que estos se reflejan en que en dichos tiempos se pueden ejecutar otras actividades.
6. Se pueden obtener materiales transformados, reciclados y/o recuperados con altos estándares de calidad y cumpliendo con las especificaciones técnicas requeridas con costos más bajos de los materiales habituales.

7.2 BENEFICIOS AMBIENTALES EVIDENCIADOS

En cuanto a los beneficios ambientales obtenidos al realizar una adecuada gestión de los residuos de demolición y construcción (RCD) son más evidentes, ya que estos benefician al total de la población por que se disminuyen al realizar la estimación.

1. El cumplimiento de la normatividad ambiental se refleja en la reducción de la contaminación de humedales y cuencas de ríos.
2. Se reduce la explotación de recursos naturales en canteras al emplear materiales granulares reciclados en un 30%.
3. Se presenta disminución de la invasión de espacios públicos, vías y lotes al realizar una adecuada gestión de los RCD y una disposición adecuada de los residuos.
4. Se reduce la huella de carbono al evitar las emisiones generadas por el transporte, al reducir los viajes de suministro y disposición de materiales granulares.
5. Disminución de emisiones de partículas al reducir la explotación de material en canteras.

8 BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. (2012). Obtenido de (http://www.ambientebogota.gov.co/es/c/document_library/get_file?uuid=96f078c5-3e05-4d21-8c02-7451e7caf11f&groupId=664482, s.f.)
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (Noviembre de 2017). *Ubicación de la Ciudad*. Obtenido de <http://www.bogota.gov.co/ciudad/ubicacion>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017). *Ubicación de la Ciudad*. Obtenido de <http://www.bogota.gov.co/ciudad/ubicacion>
- Argos. (2018). Obtenido de <http://saladeprensa.argos.co/>
- CAMACOL. (31 de Agosto de 2011). Obtenido de https://camacol.co/sites/default/files/congreso/Conferencia_Alejandro_Salazar.pdf
- CAMACOL. (s.f.). CAMACOL. Obtenido de <https://ww2.camacolcundinamarca.co/480-construccion-edificaciones-2017.html>
- Cancillería . (Octubre de 2018). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.cancilleria.gov.co/rio>
- CASTAÑO, J. O. (Octubre de 2013). *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>
- CASTIBLANCO, M. A. (2013). *LINEAMIENTOS PARA LA GESTION AMBIENTAL DE RESIDUOS DE*. Bogotá: MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Certificados Energeticos. (2018). Obtenido de <https://www.certificadosenergeticos.com/>
- Chávez Porras, A., Palacio León , O., & Guarín Cortés , N. L. (2013). *LOGISTIC UNIT TO THE RECOVERY OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE: Study Case BOGOTÁ D.C.* Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702013000200006
- Construdata. (14 de Agosto de 2012). *¿Cómo manejar los escombros en su obra?* . Obtenido de http://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/como_manejar_los_escombros

_en_su_obra.asp

Construdata. (Octubre de 2018). *Cosnstrudata*. Obtenido de http://www.construdata.com/Bc/Otros/Archivos/ciclo_de_vida_de_los_materiales.asp?Id_Tarea=_IDTAREA_&Email={{EMAIL}}

del Río Merino, M., Villoria Saez, P., & Torrijos Antelo, F. (2017). *Reverse logistics applied to building companies. Demolition stage*. Obtenido de http://polired.upm.es/index.php/building_management/article/view/3550

Dinero. (7 de junio de 2017). *Sector de la construcción espera un repunte para el segundo semestre*. Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/infraestructura/articulo/sector-construccion-en-colombia-repuntaria-a-finales-de-ano/247219>

El Espectador . (12 de Septiembre de 2018). *Industria de la construcción trabaja para mejorar su competitividad*.

El Tiempo. (15 de Julio de 2017). Obtenido de <https://www.eltiempo.com/bogota/poblacion-por-edades-de-bogota-2017-109238>

Escandon Mejia, J. C. (2011). *DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana . Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7516/tesis603.pdf?sequence=1>

González, B., & Martines Abella, F. (s.f.). *Concretes with aggregates from demolition waste and silica fume. Materials and mechanical properties*.

http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/GUIA_MANEJO_AMBIENTAL_FINAL.pdf.

(s.f.).

http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=c20b485b-6b4b-40ba-974c-e17217331131&groupId=586236. (s.f.).

IDEA. (Septiembre de 2017). *CONSULTORÍA PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INTERNALIZACIÓN DE COSTOS AMBIENTALES Y EN SALUD POR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA. Fase II*. Obtenido de

- http://www.idea.unal.edu.co/proy_idea/proy_residuos479/prod2/Producto_2-RCD_26-09-17.pdf
- IDEAM. (Octubre de 2018). *Escenarios de Cambio Climático*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/escenarios-cambio-climatico>
- IDU. (2018). Sistema de Coordenadas Proyectadas: PCS_CarMAGBOG Proyección: Transverse_Mercator False_Easting: 100000 False_Northing: 100000.
- Instituto de Desarrollo Urbano - IDU. (30 de Septiembre de 2018). *Directorio de Proveedores de Materiales de Construcción, Sitios de Disposición final, Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición RCD del IDU*. Obtenido de <https://www.idu.gov.co/page/siipviales/ambiental/portafolio>
- JUAN CAMILO ESCANDON MEJIA. (2011). UNIVERSIDAD JAVERIANA. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7516/tesis603.pdf?sequence=1>
- LISTADOS DE PRECIOS IDR. (2018). *LISTADOS OFICIALES BASE CIO*. Obtenido de <http://fundacioniai.org/actas/Actas3/Actas3.4.pdf>
- Lopez Baquero, F. E. (Diciembre de 2012). *PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE LOS ESCOMBROS EN BOGOTÁ*. Bogotá: UNIVERSIDAD LIBRE. Obtenido de Modelo bogotano de Gestión de RCD – Programa Basura: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7120/LopezBaqueroFridisEnrique2012.pdf>
- Ministerio de Ambiente . (14 de Diciembre de 1994). Resolución 541 .
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (30 de Octubre de 2018). *Huella de Carbono*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/465-plantilla-cambio-climatico-21>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/metodologia-evaluacion-ambiental.pdf>

Naciones Unidas . (Octubre de 2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Observatorio Ambiental de Bogotá - OAB. (Octubre de 2018). *Datos e indicadores para medir la calidad del ambiente en Bogotá*. Obtenido de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=1026&v=l>

Peréz, I., Toledo, M., Gallego, J., & Taibo, J. (s.f.). *Mechanical properties of hot mix asphalt made with recycled aggregates from reclaimed construction and demolition debris*. Obtenido de *Mechanical properties of hot mix asphalt made with recycled aggregates from reclaimed construction and demolition debris*

Ramirez, J. C. (2014). INSTRUMENTOS PARA EL MEJORAMIENTO EN LA GESTIÓN DE LA POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN BOGOTA D.C. A PARTIR DE LAS PERCEPCIONES DE LOS CONSTRUCTORES DE OBRAS PUBLICAS. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

SDA. (2015). *Guia para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción - RCD en obra*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

SDA. (2018). *Secretaria Distrital de Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/escombros/10>

Secretaria de Hacienda - SDH. (Octubre de 2018). *Datos de Bogotá*. Obtenido de *Tendencia demográfica - Red Bogotá*: <https://www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0120/01211.htm>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2015). *Datos e indicadores para medir la calidad del ambiente en Bogotá - Escombros generados por obras de construcción en Bogotá gestionados*. Obtenido de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/pcambio-climatico/indicadorescc/indicadores?id=780&v=l>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2015). *Guia Ambiental para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición - RCD en la Obra*. Bogotá. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/GUIA+AMBIENTAL+PARA+LA+ELAB+DE+PGI+RCD+SDA.pdf>

Secretaria Distrital de Ambiente. (Mayo de 2018). Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/escombros/resolucion>

Secretaria Distrital de Ambiente. (Pend de Pend de Pend). *Guía Ambiental para la elaboración del Plan de Gestión Integral de RCD*. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/GUIA+AMBIENTAL+PARA+LA+ELABORACION+DEL+PGI+RCD+SDA.pdf>

Vega Garcia, J. A. (2012). *Primer Foro Internacional para la Gestión de RCD - Aprovechamiento y Disposición*. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/Johao-Ariel-Cemex.pdf>