



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN (RCD) EN CUATRO PAÍSES LATINOAMERICANOS**

Andrea Alzate Rodríguez

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2022**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN (RCD) EN CUATRO PAÍSES LATINOAMERICANOS**

Andrea Alzate Rodríguez

Trabajo de grado para optar por el título de INGENIERA SANITARIA Y AMBIENTAL

Director
Ph.D. Luis Fernando Marmolejo Rebellón

Revisión de literatura

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2022**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2. JUSTIFICACIÓN	6
3. OBJETIVOS	7
3.1. Objetivo general	7
3.2. Objetivos específicos	7
4. MARCO TEÓRICO	8
4.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)	8
4.2. Manejo de RCD	9
4.3. Factores que influyen en el desempeño ambiental de la gestión de RCD	11
4.4. Aspectos legales	13
5. METODOLOGÍA	16
5.1. Recopilación de información	16
5.1.1. Definición de alcance de las publicaciones	16
5.1.2. Búsqueda e identificación de las publicaciones	16
5.2. Esquema de revisión	18
5.3. Análisis de la información	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6.1. Revisión de normativa	19
6.1.1. Modelos de gestión	23
6.2. Revisión de artículos, tesis y trabajos de grado	27
7. CONCLUSIONES	39
8. REFERENCIAS	41
9. ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores que afectan el desempeño ambiental de la gestión de residuos de construcción	12
Tabla 2. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - Argentina	13
Tabla 3. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - Brasil.....	13
Tabla 4. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - Colombia.....	14
Tabla 5. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - México	15
Tabla 6. Lista de revistas seleccionadas	17
Tabla 7. Aspectos normativos relevantes para la gestión de RCD	19
Tabla 8. Metas de aprovechamiento de RCD de acuerdo con la categoría del municipio.....	22
Tabla 9. Matriz de información recopilada	27
Tabla 10. Relación de tema publicado y los países correspondientes de los artículos obtenidos de las bases de datos Scopus y Web of Science.....	28
Tabla 11. Relación de tema publicado y los países correspondientes de los artículos obtenidos de las bases de datos Redalyc, Scielo y Dialnet	29
Tabla 12. Relación de tema publicado y los países correspondientes de las tesis y trabajos de grado	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composición de RCD por actividades (Sánchez, 2016)	8
Figura 2. Clasificación de los RCD según Tapias (2017)	9
Figura 3. Principio de Jerarquía de RCD	11
Figura 4. Estrategia del Plan de Manejo de RCD de México	26
Figura 5. Visualización de VOSviewer de la red de concurrencia de palabras claves de los artículos recuperados de Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate)	32
Figura 6. Visualización de VOSviewer de la red de concurrencia de palabras claves por fecha de aparición de los artículos recuperados de Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate).	33
Figura 7. Matriz DOFA para Argentina	36
Figura 8. Matriz DOFA para Brasil	37
Figura 9. Matriz DOFA para Colombia	37
Figura 10. Matriz DOFA para México	38

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Producción científica y académica relacionada con la gestión de RCD por país, según el tipo de publicación	31
Gráfica 2. Tema más frecuente por tipo de publicación	32
Gráfica 3. Tema más publicado por país	34

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de revistas bases de datos Scopus y Web of Science - WOS (Clarivate)	47
Anexo 2. Cadena de búsqueda para Scopus	48
Anexo 3. Cadena de búsqueda para Web of Science – WOS (Clarivate).....	48
Anexo 4. Artículos seleccionados de las revistas indexadas en Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate)	49
Anexo 5. Artículos recuperados de Scielo, Dialnet y Redalyc.....	58
Anexo 6. Tesis recuperadas de Google Scholar	67

AGRADECMIENTOS

Al profesor Luis Fernando Marmolejo Rebellón director del trabajo de grado, por su ardua dedicación durante el desarrollo del presente trabajo y su disposición para guiarme en todo momento a pesar de sus muchas ocupaciones; por guiarme y brindarme apoyo en todo el proceso del trabajo de grado, por brindarme confianza y palabras de aliento en cada etapa.

A mi familia por todo su apoyo.

A mis profesores por brindarme todo su conocimiento el cual fue fundamental para mi formación.

A mis compañeros por su ayuda y colaboración semestre a semestre y por los momentos compartidos.

DEDICATORIA

Este trabajo de grado, y mi título como Ingeniera Sanitario y Ambiental está dedicado especialmente a mi Madre Julia Edith Rodriguez Ceballos.

RESUMEN

América Latina cuenta con una de las proporciones poblacionales concentradas en centros urbanos más elevadas del mundo; un 80% de su población se encuentra asentada en urbes, y la tendencia a la urbanización sigue en alza. Como consecuencia de la urbanización se presenta una serie de problemáticas como lo es la generación de RCD, los cuales en muchas ocasiones no cuentan con una planificación para su gestión, tratamiento y disposición final adecuada, generando contaminación de suelos y acuíferos y contaminación visual.

Esta es una investigación retrospectiva de tipo longitudinal, donde se analizó la gestión de RCD en Argentina, Brasil, Colombia y México, los cuales fueron seleccionados teniendo en cuenta la cantidad de grandes ciudades que concentran, dado que esto está asociado a un incremento en la generación de RCD por el constante proceso de renovación urbana. Esta investigación comprendió tres fases, las cuales se desarrollaron de la siguiente manera, 1. Recopilación de información; donde se obtuvo información relacionada con la normativa entorno a la gestión de RCD y se obtuvieron artículos, tesis y trabajos de grado que permitieran tener una perspectiva general de la situación en torno a los RCD en los países objeto de estudio; 2. Esquema de revisión; se hizo una revisión de la información recopilada con el fin de depurar y tener finalmente solo aquella que tratara de los países de interés y los RCD; y 3. Análisis de la información; se analizó la información recopilada con el fin de analizar las tendencias en la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en cuatro países latinoamericanos.

Dentro de los principales resultados se encontró que tanto Brasil como Colombia cuentan con normativa específica dirigida a la gestión de RCD, la cual está marcada en la economía circular donde se tiene como última alternativa la disposición final adecuada, México cuenta solo con normativa específica para RCD solo en su capital y Argentina no tiene un marco normativo para estos residuos. Los principales temas de investigación en torno a los RCD en los países objeto de estudio son las alternativas diferentes a la disposición final (analizando temas como la transformación en argamasas, morteros, agregados gruesos, entre otros) y los estudios sobre la gestión de estos residuos.

Adicionalmente, se pudo identificar que Brasil es el país cuya normativa en relación con los RCD es más amplia y lleva mayor tiempo implementándose, en contraste Argentina es de los cuatro países analizados el que presenta el mayor rezago en la promulgación de normativa específicamente dirigida a la gestión integral de los RCD.

La investigación en torno a la gestión integral de los RCD es necesaria dado que se ha evidenciado que estos residuos presentan un alto potencial de ser procesados y reincorporados al ciclo productivo como materia prima en obras de construcción, y la investigación permite fortalecer el sustento del uso de estos en reemplazo de materias primas extraídas de la naturaleza evitando y/o disminuyendo así impactos ambientales negativos asociados a la extracción de materias primas para la industria de la construcción.

Palabras clave: Residuos de construcción y demolición, RCD, análisis ciclo de vida, caracterización, alternativas a la disposición final, gestión.

INTRODUCCIÓN

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) son definidos como aquellos que se generan en las actividades de excavación, construcción, demolición o mejora locativas de obras civiles o de otras actividades conexas (MinAmbiente, 2017). Los RCD requieren de un manejo especial en cuanto a su recolección, transporte, técnicas de aprovechamiento y/o disposición final; esto debido a que, por sus características de tamaño, volumen y peso, no pueden ser transportados ni dispuestos de igual manera que los residuos ordinarios por la empresa prestadora del servicio de aseo, lo que implica que se clasifique como Residuos Sólidos Especiales (Acevedo, 2013).

Debido a su creciente volumen de generación como consecuencia del crecimiento de los centros urbanos, la gestión de los RCD representa uno de los grandes desafíos en la actualidad para los involucrados en el sector de la construcción, los entes gubernamentales y las empresas prestadoras de servicio de aseo; por lo tanto, es prioritario establecer medidas encaminadas hacia una gestión integral que presente alternativas de reducción en su generación, aprovechamiento o reciclaje y como última opción su disposición final (Cerchiaro, 2018).

Los RCD plantean una problemática ambiental importante para Latinoamérica tanto por su volumen de generación que va en aumento, su escaso aprovechamiento y prácticas deficientes de disposición final (Jofra, 2016; ONU, 2018). De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud - OPS (2017) América Latina cuenta con una de las proporciones de población en centros urbanos más elevadas del mundo con un 80% de sus habitantes en estos; a su vez presenta un crecimiento acelerado en la aparición de grandes ciudades (más de 1 millón de habitantes) generando grandes cantidades de RCD; sin embargo, por falta de planificación y la inexistencia de instalaciones de tratamiento o disposición controlada se tiene como consecuencia el manejo inadecuado de estos residuos y su poco aprovechamiento (Jofra, 2016).

Todo lo anterior ha llevado a la implementación de normatividad específica para el manejo de estos residuos por parte de algunos países de la región como Brasil, Colombia y México (Cantor y Mateus, 2017) y a la necesidad de llevar a cabo investigación en torno a los RCD que permita evidenciar las falencias; fortalezas y oportunidades en la gestión de estos residuos y plantee alternativas de manejo que generen menores impactos ambientales negativos y permita su mayor aprovechamiento que equiparándolo con otras regiones del mundo es casi nulo (Jofra, 2016; DNP, 2016; Cobarrubias, 2018; EUROSTAT, 2018).

En ese sentido es importante resaltar que se han comenzado a tomar medidas para disminuir el impacto del manejo inadecuado de RCD en los países anteriormente mencionados, donde si bien aún sigue predominando la disposición final, se han expedido normativas que buscan transformar la forma de gestión actual. En Colombia se cuenta con la Política Nacional Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos - CONPES 3874 de 2016 que busca guiar el manejo de los residuos sólidos hacia la economía circular y la Resolución 472 de 2017 modificada por la Resolución 1257 de 2021 expedidas por el Ministerio de Desarrollo y Ambiente Sostenible donde se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición. Por su parte, Brasil cuenta con una política nacional de residuos sólidos desde 2010 donde se indica las disposiciones concernientes al manejo de los RCD; sin embargo, a pesar de tener la normatividad más antigua en este país aún sigue habiendo grandes falencias en el manejo de estos residuos (Cobarrubias, 2018); de igual manera

Argentina y México han incorporado en su legislación normativa para la regulación de la gestión de RCD.

Por lo tanto, en este trabajo de grado se pretende hacer un análisis de las políticas de gestión de RCD en algunos países Latinoamericanos (Argentina, Brasil, Colombia y México), así como las publicaciones en torno a este tema que permitan evidenciar los avances y tendencias de gestión de RCD con las que cuenta cada uno de estos países.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo las ciudades seguirán creciendo en número de habitantes. Según las Naciones Unidas (2018) el 55% de las personas para el 2018 vivían en centros urbanos y se espera que dicho porcentaje aumente un 13 %; es decir el 68% de la población mundial vivirá en centros urbanos para el año 2050. También se espera que este fenómeno tenga un mayor impacto y rapidez en países de ingresos bajos y medios. En el caso de Latinoamérica se prevé que para 2050 cuente con una población de aproximadamente 653 millones (CEPAL, 2019).

El continente americano tiene la proporción de población urbana más elevada del mundo con más de 80% de su población en centros urbanos con una distribución similar entre Norteamérica (82%) y Latinoamérica (80%); al desagregar estas cifras se tiene que el Cono Sur (88%) y Brasil (86%) tienen porcentajes mayores en comparación con el Caribe (70%) y Centroamérica (59%), por su parte México y el área andina presentan cifras intermedias con relación a las anteriores (79% y 78%, respectivamente) (OPS, 2017).

Una de las consecuencias del crecimiento poblacional en áreas urbanas es el incremento de residuos generados ya que, al estar en un proceso constante de urbanización aumenta la demanda de bienes de consumo, lo que conlleva a una mayor actividad comercial e industrial; esto a su vez genera producción de residuos sólidos en mayores cantidades (Procuraduría General de la Nación, 2003), también se ve incrementada la cantidad de RCD generados por la creciente demanda de vivienda.

La industria de la construcción y las actividades asociadas a esta, son los principales aportantes a la producción de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), generando alrededor del 35% del total de los residuos a nivel mundial (Di Maria *et al.*, 2018); su generación se ha convertido en un problema de carácter ambiental puesto que en su mayoría son dispuestos de manera inadecuada o en su defecto mal utilizados. Además, se genera una problemática social ya que se crea una sub-economía asociada al transporte, donde se presentan prácticas inadecuadas que tienen un impacto negativo en el posible aprovechamiento y contribuyen al aumento de las problemáticas ambientales y sociales (Pacheco *et al.*, 2017).

Es así como la construcción que ha sido un pilar fundamental para el desarrollo de las comunidades dentro de nuestra estructura social comienza a verse desde una perspectiva diferente (Pacheco *et al.*, 2017). Dado que, a pesar de su importancia para el crecimiento, la práctica constructiva y los procesos para la obtención de materias primas destinadas a esta industria llevan al agotamiento de recursos no renovables pues es un gran consumidor de energía y materias primas y generador de desechos (“el 40% de las materias primas en el mundo, que equivalen a 3.000 millones de toneladas por año, son destinadas para la construcción”), también es uno de los principales actores que modifican el planeta y genera contaminación del aire y agua (Acevedo *et al.*, 2012; Di Maria *et al.*, 2018).

Es importante resaltar que para la búsqueda de soluciones a estas problemáticas es necesaria la investigación en torno a este tema; sin embargo, ésta es aún escasa en especial en la región latinoamericana; tal como lo señalan Laurent *et al.*, (2014), las publicaciones en torno a la gestión de residuos sólidos están concentradas principalmente en Europa, Estados Unidos y China con una participación casi nula de Latinoamérica; en lo concerniente a RCD este escenario es similar evidenciando una debilidad de la región para afrontar los desafíos que conlleva la gestión de estos residuos.

Teniendo en cuenta que América latina es la región en desarrollo más urbanizada del mundo, con un aumento de casi 5 veces el número de grandes ciudades (más de 1 millón de habitantes) entre 1956 y 2016 pasando de 8 a 36, cuya mayor concentración se encuentra en Brasil (16), Colombia (4), Argentina (3) y México (3), es un aspecto que da cuenta del auge en los procesos de renovación urbana en la zona lo cual a su vez lleva a la generación de grandes cantidades de RCD; sin embargo, por falta de planificación y la inexistencia de instalaciones de tratamiento o disposición controlada tiene como consecuencia el manejo inadecuado de estos residuos y su poco aprovechamiento (Jofra, 2016).

2. JUSTIFICACIÓN

Conocer los residuos que se generan en un país permite crear políticas para su adecuada gestión (Jiménez, 2015). Teniendo en cuenta la tendencia al incremento en la población latinoamericana y la íntima relación de este fenómeno con el aumento de residuos generados en especial RCD es imperativo identificar estrategias que faciliten su adecuada gestión y aprovechamiento, propósito en el cual la investigación puede hacer aportes importantes.

Algunos de los países con elevadas tasa de recuperación de RCD se encuentran en Europa entre ellos se tienen a Malta (100%), Holanda (100%), Reino Unido (96%), Alemania (94%) y Dinamarca (90%) (EUROSTAT, 2018); teniendo en cuenta que esta región genera una de las mayores cantidades de publicaciones entorno a los residuos sólidos incluyendo los RCD, se puede inferir que a través de la investigación y producción de conocimiento en esta área también se promueve la generación de estrategias que permitan prevenir la generación de RCD y hacer una gestión adecuada de estos promoviendo la recuperación y reúso, teniendo como última alternativa la disposición final sin aprovechamiento.

Cabe resaltar que la gestión integral de RCD permite disminuir la contaminación de suelos y acuíferos en sumideros incontrolados e ilegales, deterioro paisajístico, pérdida energética y económica en la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables (Jaimes y Acevedo, 2017). Para esto es indispensable hacer investigación al respecto que permita conocer cantidad y composición de los RCD e identificar las posibilidades de reincorporación al ciclo productivo (Jiménez, 2015).

La gestión de RCD en países de Latinoamérica se centra principalmente en la disposición final (Jofra, 2016; DNP, 2016; Cobarrubias, 2018), debido a la relevancia que toman estos residuos en el contexto actual se pretende hacer un análisis sobre las políticas de manejo e investigación en la gestión de RCD tomando como referencia a Brasil, Argentina, Colombia y México dado que en estos países el crecimiento de la industria de la construcción ha llevado a la creación de normativa específica sobre el manejo de estos residuos (Cantor y Mateus, 2017) por lo tanto se pretende identificar aspectos claves, fortalezas y debilidades de estos países que potencian o frenan la implementación de una gestión adecuada de RCD (Jofra, 2016).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Analizar comparativamente tendencias en la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en cuatro países latinoamericanos.

3.2. Objetivos específicos

- Examinar las políticas de gestión de residuos sólidos de los países objeto de estudio analizando la existencia de políticas específicas de manejo de RCD.
- Revisar estrategias de gestión de RCD en los países objeto de estudio.
- Analizar la aplicación de normativa y avances en la gestión de RCD en países de la región.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)

De acuerdo con Tapias (2017) dentro de la categoría de RCD se encuentran aquellos residuos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los Residuos Sólidos Urbanos, debido a que su composición cuantitativa y cualitativa son distintas. Estos residuos pueden generarse en actividades de descapotes, excavaciones, explotaciones, demoliciones, levantamiento de estructuras y obra negra, instalaciones, obra gris, acabados, limpieza de áreas de trabajo y almacenamiento que conforman el proceso constructivo.

Sánchez (2016), señala que los RCD se clasifican en escombros (cerámica, hormigón, piedra, arena, grava y áridos) con un 75% del peso total y en el 25% restante se encuentran elementos tales como, madera, vidrio, plástico, metales, asfalto, yeso, papel, entre otros y su presencia varía según la actividad que los genera (**Figura 1**). En el contexto latinoamericano los RCD que se encuentran en mayor proporción son el concreto, ladrillo, tierra y cerámica (Cantor y Mateus, 2017). En la **Figura 2**, se presenta la clasificación de los RCD según su potencial de aprovechamiento, propuesta por Tapias (2017).

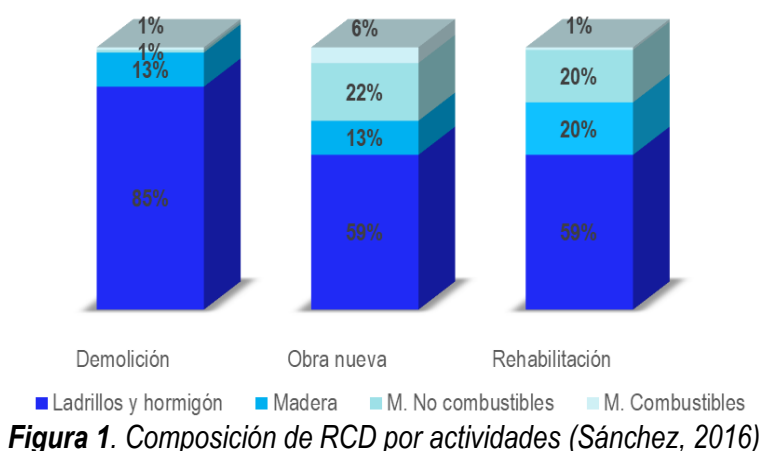


Figura 1. Composición de RCD por actividades (Sánchez, 2016)

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN APROVECHABLES	Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrasen el tamiz N° 200 de granulometría.
	Residuos de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcillas, limos y residuos inertes, no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz N° 200 de granulometría.
		Residuos no pétreos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz N° 200 de granulometría.
	Otros residuos	Residuos fino-expansivos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos y demás materiales similares.
		Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño, zinc y demás materiales similares.
		Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
		Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN NO APROVECHABLES	Residuos peligrosos	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 demás materiales similares.
	Residuos especiales	No definida	Poliestireno – icopor, cartón, yeso (drywall), llantas y demás materiales similares.
	Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriormente mencionados 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 definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras.

Figura 2. Clasificación de los RCD según Tapias (2017)

4.2. Manejo de RCD

Dentro de las dinámicas sociales actuales, la gestión inadecuada de RCD se ha convertido en una de las principales problemáticas ambientales asociadas a la industria de la construcción debido a su alto potencial contaminante y los efectos a largo plazo que estos pueden tener sobre suelos y acuíferos, así como deterioro paisajístico (Jaimes y Acevedo, 2017). Es por esto por lo que en países de América Latina como Colombia, Argentina, Brasil y México se han planteado alternativas para que haya una reducción en dichos efectos negativos, a través de una adecuada gestión de los RCD, establecida dentro de la legislación de cada uno de estos países la cual incluye acciones dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y finalmente disponer de manera segura los RCD (Jofra 2016; Cantor y Mateus, 2017).

En el caso colombiano se proponen en la Resolución 472 de 2017 recientemente modificada por la Resolución 1257 de 2021 y en el CONPES 3874 de 2016 aspectos relacionados con la gestión integral de RCD los cuales se enlistan a continuación.

- Prevención y reducción: son aspectos clave cuando se busca tener una gestión integral de residuos e implica actividades coordinadas, desarrolladas en la fase de diseño, producción, distribución, consumo o uso de un producto, que permiten reducir el uso de sustancias o materiales peligrosos, reducir la cantidad de residuos generados y facilitar la gestión de los residuos producidos, en el marco del ciclo de vida del producto, con el fin de prevenir o mitigar los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana (DNP, 2016).
- Recolección y transporte: son actividades que realiza la persona natural o jurídica autorizada, que consisten en recoger y transportar los residuos hasta el sitio de aprovechamiento y reincorporación al ciclo productivo o hasta el sitio disposición final (DNP, 2016).
- Almacenamiento: es la ubicación temporal de los RCD en recipientes, contenedores, sitios de acopio temporal y/o depósitos para su recolección y transporte con fines de aprovechamiento o disposición final (MinAmbiente, 2021).
- Aprovechamiento de RCD: es el proceso que comprende la reutilización, tratamiento y reciclaje de los RCD, con el fin de realizar su reincorporación al ciclo económico. Dentro de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, el aprovechamiento juega un papel fundamental, ya que busca brindar alternativas que permitan que los materiales desechados puedan ser reincorporados al ciclo económico (MinAmbiente, 2017).
- Tratamiento: agrupa el conjunto de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas de los residuos. Los objetivos del tratamiento pueden ser la separación de los residuos en sus componentes individuales para que puedan utilizarse o tratarse posteriormente, la reducción de la cantidad de residuos a disponer, o la recuperación de los residuos en materiales o recursos valorizados (DNP, 2016).
- Disposición final adecuada: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente (DNP, 2016).
- Simbiosis industrial: estrategia colaborativa para el intercambio de flujos físicos de materias, energía o agua y el compartir de servicios entre actores, para contribuir con el uso eficiente de recursos y reducción de impactos ambientales de sistemas industriales (MinAmbiente, 2021).
- Receptor: persona natural o jurídica que, sin que la gestión de residuos de construcción y demolición – RCD constituya su actividad principal, utiliza RCD para su aprovechamiento como materia prima dentro de su proceso productivo a través de simbiosis industrial, proyectos, obras o actividades de la misma persona o de otras dentro del territorio nacional (MinAmbiente, 2021).

Todos los aspectos previamente mencionados se incluyen tanto en el CONPES 3874 de 2016 como en la Resolución 472 de 2017 exceptuando el almacenamiento que se encuentra relacionado solamente en la Resolución 472 de 2017 y el tratamiento que se encuentra relacionado solo en el CONPES 3874 de 2016.

En la **Figura 3**, se encuentra representado el esquema jerárquico ideal de manejo de RCD propuesto por Tapias (2017), donde se parte de la reducción de los residuos y finaliza con la valoración; es importante resaltar que aquellos materiales que por alguna circunstancia no puedan entrar en esta propuesta de manejo deben de tratarse teniendo en cuenta sus características para reducir el impacto que su disposición pueda crear en el medioambiente.



Figura 3. Principio de Jerarquía de RCD
Fuente: Tapias (2017).

Cabe resaltar que las oportunidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o reprocesamiento de los RCD están sujetas a las tendencias de los mercados de materiales individuales de cada residuo, teniendo como aspecto a resaltar las técnicas de demolición que permitan obtener materiales de mejor calidad, así como, la separación en la fuente. Se tienen dos grandes grupos de materiales susceptibles de ser aprovechados y que normalmente se encuentran en gran volumen posterior a una demolición estos son: a) materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos, argamasas y bloques de concreto; y b) materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas (UICN, 2011).

Algunos residuos resultantes de la actividad constructiva no pueden ser aprovechados como agregados; sin embargo, tienen potencial para ser introducidos en otras industrias entre estos se tienen: madera, papel, cartón, metal, vidrio y plástico, entre otros (Tapias, 2017). Algunos de estos materiales pueden ser seleccionados para reúso, reciclaje o valorización (UICN, 2011). Un aspecto clave para potenciar la capacidad de aprovechamiento de este tipo de residuos, es el proceso de demolición, este debe hacerse de forma selectiva mediante separación selectiva para evitar la mezcla de los diferentes materiales y contaminación obteniendo mejor calidad en los RCD, ahorro económico ya que se elimina la necesidad de hacer la selección en una planta de reciclaje y también se ahorran costos de transporte y tasa de disposición final de los mismos (Tapias, 2017).

En la actualidad la principal alternativa para aprovechar los RCD es su reincorporación al ciclo productivo de la propia industria que los genera, haciendo uso de estos como agregados pétreos (CONAMA, 2018). Adicionalmente, en Brasil, Colombia y México se cuenta con algunas plantas exclusivas para el procesamiento RCD (Cantor y Mateus, 2017).

4.3. Factores que influyen en el desempeño ambiental de la gestión de RCD

Existen diversos factores que pueden afectar el desempeño ambiental de las estrategias de gestión de RCD como los técnicos, económicos y sociales; en la **Tabla 1** se presentan algunos de estos factores propuestos por Crawford *et al.*, (2017).

Tabla 1. Factores que afectan el desempeño ambiental de la gestión de residuos de construcción
(Fuente: Adaptada de Crawford *et al.*, 2017)

Estrategia de gestión de residuos	Factor
Evitar la generación de residuos en actividades constructivas	Técnicas constructivas
	Falta de consciencia sobre las implicaciones ambientales de la disposición de residuos
	Creencia de que la generación de residuos es inevitable y no se puede reducir
Reducción en la generación de residuos en actividades constructiva	Técnicas constructivas
	Falta de consciencia sobre las implicaciones ambientales de la disposición de residuos
	Diseños no integrales
	Ausencia de incentivos
	Creencia de que la generación de residuos es inevitable y no se puede reducir
Recuperación de materiales para reutilización en obra	Técnicas constructivas
	Disposición del constructor
	Descuidos en la demolición que ocasionan daños a los materiales susceptibles de reúso
	Falta de espacio para almacenamiento
	Incertidumbre sobre las condiciones de los materiales
	Evidencia de mayor rendimiento de materiales nuevos
	Requerimientos de tiempo y presupuesto para la separación de los materiales
	Ausencia de articulación entre el diseño y la realidad de la construcción y demolición
Redireccionamiento de RCD de sitios de disposición final a instalaciones de reciclaje	Opciones de reciclaje limitadas
	Circunstancias económicas poco favorables
	Cultura de la industria de la construcción
	Requerimientos de tiempo y presupuesto para la separación de los materiales
	Falta de consciencia sobre las implicaciones ambientales de la disposición de residuos
	Falta de conocimiento de los requerimientos de los materiales susceptibles de ser reciclados
	Ausencia de incentivos financieros
	No vinculación contractual para que haya reúso de materiales en las obras
	Asunción de que la separación la realizan en la estación de transferencia
	Falta de espacio de almacenamiento

Se puede observar que hay factores comunes a varias estrategias que impiden que estas puedan desarrollarse, evidenciando así que si se toman medidas que permitan disminuir alguno puede tenerse un alto impacto en las diferentes etapas de la gestión de los RCD. Por ejemplo, la gestión de RCD puede ser favorecida por la creación de una cultura de uso de materiales de construcción reciclados, creando estándares de calidad para estos que garanticen la fiabilidad de los materiales; otra buena alternativa es el aprovechamiento directo de los RCD (reutilización) que puede realizarse en la misma obra donde se generan; sin embargo, en América Latina la opción más común es que recuperadores tradicionales seleccionen materiales en los puntos de generación para venderlos a bodegas quienes finalmente realizan una reventa de los mismos (Jofra, 2016).

4.4. Aspectos legales

Desde el punto de vista normativo es de resaltar que Brasil, Colombia y México cuentan con normativa específica para la gestión de RCD, por su parte Argentina incluye el manejo de estos residuos en la normativa de gestión de residuos sólidos (Cantor y Mateus, 2017).

Argentina cuenta con normativa dirigida a la gestión de residuos sólidos, es en esta donde considera los RCD sin hacer ninguna especificidad acerca de ellos; en la **Tabla 2** se encuentra relacionada dicha norma.

Tabla 2. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - Argentina

Ley 25.612 -Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios	Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.
--	---

Por su parte Brasil, Colombia y México cuentan con normativa específica dirigida al manejo de los RCD lo cual brinda mayor control sobre la gestión de RCD y las responsabilidades que se establecen sobre cada uno de los actores involucrados en la misma.

En la **Tabla 3** se encuentra relacionada la normativa brasileña relacionada con la gestión de RCD.

Tabla 3. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - Brasil

Resolución CONAMA N° 307/2002	Establece directrices, criterios y procedimientos para la gestión de residuos de la construcción.
Resolución CONAMA N° 348/2004	Cambia el texto del artículo 3, fracción IV Resolución CONAMA N.º 307/2001 sobre la definición de residuos de la construcción Clase Civil "D".
Resolución CONAMA N° 469/2015	Cambia el texto del artículo 3, fracción II Resolución CONAMA N.º 307/2001 sobre la definición de residuos de la construcción Clase Civil "D".
Resolución CONAMA N° 448/12	Cambia el texto del artículo 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11 y deroga los artículos 12 y 13 Resolución CONAMA N.º 307/2001 sobre la definición de residuos de la construcción Clase Civil "D".

Resolución N° 431/11	Cambia el texto del artículo 3, fracción II y III Resolución CONAMA N.º 307/2001 sobre la definición de residuos de la construcción Clase Civil "D".
NBR 15112/2004	Residuos de construcción civil y residuos voluminosos - Áreas transbordo y cribado - Directrices para el diseño, implementación y operación.
NBR 15113/2004	Residuos sólidos de construcción civil y residuos inertes - Vertederos - Directrices para el diseño, implementación y operación.
NBR 15114/2004	Residuos sólidos de construcción civil - Áreas de reciclaje- Directrices para el diseño, implementación y operación.
NBR 15115/2004	Los áridos reciclados de residuos sólidos de la construcción civil- Procedimientos para la aplicación de capas de pavimento.
NBR 15116/2004	Áridos reciclados de residuos sólidos de la construcción civil - Requisitos para su uso en pavimentación y preparación de concreto sin función estructural
Ley Federal N.º 12305/2010	El establecimiento de la Política Nacional Modelo de gestión de residuos sólidos.

*CONAMA: Consejo Nacional de Medio Ambiente **NBR: Norma Brasileña

En Colombia la Constitución Política de 1991 en los artículos 79 y 80 estipula que “Es deber del estado proteger, prevenir, controlar y planificar la diversidad, integridad y aprovechamiento de los recursos naturales, con el fin de conservarlos, para garantizar no solo el desarrollo sostenible, sino el derecho que todas las personas tienen de gozar de un ambiente sano”. En este sentido se tiene el listado presentado en la **Tabla 4** de normativa vigente relacionado con la generación y gestión de RCD en Colombia.

Tabla 4. Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - Colombia

Resolución 541 de 1994	“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.”
Ley 1259 de 2008	“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”
Decreto 1077 de 2015	“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio” Incluye la reglamentación de la prestación del servicio público de aseo
CONPES 3874 de 2016	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Resolución 472 de 2017	“Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD.” Adicionalmente, esta norma brinda

	lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD.
Resolución 1257 de 2021	“Por medio de la cual se modifica la Resolución 472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones.”

De acuerdo con el Artículo 3 de la Resolución 472 de 2017, la **Jerarquía en la gestión integral de los RCD**, debe priorizar las actividades de prevención o reducción de la generación de RCD, seguido por el aprovechamiento y como última opción, se realizará la disposición final.

Por último, en la **Tabla 5** se relaciona normativa dirigida específicamente a la gestión de los RCD en México; sin embargo, esta se centra en la capital del país ya que la dirigida a todo el territorio nacional no presenta información específica a la gestión de RCD más allá de la clasificación de estos.

Tabla 5. *Normativa aplicable a la generación y gestión de RCD - México*

NOM-161- SEMARNAT2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
NADF-007- RNAT-2013 (actualizada en 2019)	Establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición, en el distrito federal.

* NADF: Norma Ambiental para el Distrito Federal ** NOM: Norma Oficial Mexicana

5. METODOLOGÍA

Esta es una investigación retrospectiva de tipo longitudinal, en la que se analizó la gestión de RCD en cuatro países latinoamericanos los cuales fueron seleccionados tomando en consideración la cantidad de grandes ciudades que concentran, debido a que esto está asociado a un incremento en la generación de RCD por el constante proceso de renovación urbana; estos países son Argentina, Brasil, Colombia y México; donde se implementó normativa dirigida a disminuir los impactos negativos asociados al manejo de RCD. Para cumplir con el objetivo, esta investigación comprendió tres fases, las cuales se desarrollarán de la siguiente manera:

5.1. Recopilación de información

De acuerdo con Gómez *et al.*, (2014) dentro de una revisión bibliográfica las normas o estándares a nivel nacional o internacional, marcan una pauta o guía a considerar en la ejecución de procedimientos específicos. Por ende; en la primera fase de este trabajo de grado se hizo una revisión de la normativa relacionada con la gestión de los RCD vigente en los países seleccionados.

Para realizar la búsqueda de la normativa se utilizó el motor de búsqueda Google, mediante el cual se accedió a los portales oficiales de cada país y posteriormente se descargó y revisó cada una de las normas mencionadas en el apartado **4.4 Aspectos legales** en las **Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5**. De igual manera, se hizo una búsqueda más amplia frente a la normativa para identificar aspectos relevantes en cada país que influyan en la gestión de RCD; en esta búsqueda adicional, no se identificaron otras normas que pudieran generar un impacto en el desarrollo de la presente investigación.

Posterior a la búsqueda de normativa se procedió a identificar publicaciones relacionadas con la gestión de RCD para los países objeto de estudio; para ello inicialmente se hizo una delimitación del alcance de las publicaciones a revisar, seguido por la búsqueda e identificación de estos.

5.1.1. Definición de alcance de las publicaciones

La investigación se centró específicamente en publicaciones sobre RCD, legislación y publicaciones acerca de alternativas de gestión. Los tipos de publicaciones tenidas en cuenta fueron:

- ✓ Artículos científicos
- ✓ Tesis y trabajos de grado
- ✓ Otros (memorias de congresos y foros y documentos de entidades públicas y privadas que abordan el tema de la gestión de RCD en los países objeto de estudio)

5.1.2. Búsqueda e identificación de las publicaciones

En la revisión se incluyó literatura en español y portugués teniendo en cuenta que son los idiomas oficiales de los países objeto de estudio; sin embargo, también se incluyó en la búsqueda publicaciones en inglés dado que muchos de los artículos científicos se publican en este idioma. Las publicaciones que se tuvieron en cuenta fueron aquellas que presentaban información sobre caracterización, evaluación del ciclo de vida completo de los RCD e investigaciones donde los RCD han sido transformados para ser materiales incluidos en nuevas construcciones; además,

publicaciones que presentan alternativas para la prevención y reducción en la generación de RCD y evaluación de impactos ambientales. La búsqueda se llevó a cabo de la siguiente manera:

En la primera fase se generó una lista de revistas indexadas en las bases de datos Scopus (<http://www.scopus.com/>) y Web of Science – WOS (Clarivate) cuya área de conocimiento estuviera relacionada con la gestión de residuos (ver **Anexo 1**); posteriormente se depuró la lista con el fin de obtener las revistas que tuvieran publicaciones relacionadas con los RCD teniendo en cuenta una ventana de observación de 11 años (2010 - 2020), dichas revistas seleccionadas se presentan en la **Tabla 6**. Posteriormente se generó una cadena de búsqueda para cada una de las bases de datos las cuales permitieron identificar los artículos relacionados con el objeto de estudio; las cadenas de búsqueda generadas para estas bases de datos se encuentran en el **Anexo 2** y **Anexo 3**.

Tabla 6. Lista de revistas seleccionadas

N°	Revista	ISSN	Base de datos	
			Web of Science – WOS (Clarivate)	Scopus
1	Journal of Material Cycles and Waste Management	1438-4957	X	X
2	Waste and Biomass Valorization	1877-2641	X	X
3	Waste Management	0956-053X	X	X
4	Waste Management & Research	0734-242X	X	X
5	Recycling	2313-4321		X
6	Journal of Sustainable Cement-Based Materials	2165-0373		X
7	Science of the Total Environment	0048-9697		X
8	International Journal of Environment and Waste Management	1478-9876		X
9	Resources, Conservation and Recycling	0921-3449		X
10	Journal of Solid Waste Technology and Management	1088-1697		X
11	Engenharia Sanitaria e Ambiental	1413-4152		X
12	Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management	1747-6526	X	X
13	Materiales de Construcción	0465-2746	X	X
14	Case Studies in Construction Materials	2214-5095	X	X
15	Construction and Building Materials	0950-0618	X	X
16	Journal of Sustainable Cement-Based Materials	2165-0373	X	X

Con el fin de obtener publicaciones en español y portugués se realizó una búsqueda en las bases de datos Scielo, Dialnet y Redalyc; dentro de una ventana de observación de 11 años (2010 a 2020). Para la búsqueda de tesis y trabajos de grado se aplicó una ventana de observación de 2010 a 2020 como primer filtro en la búsqueda y se hizo uso del motor de búsqueda Google Académico y la base de datos Dialnet para recopilar estos documentos; en este caso se tuvieron en cuenta aquellos que presentan análisis del ciclo de vida de RCD, caracterización de RCD, alternativas a la disposición final de RCD y los que hacían un análisis de la situación general de la generación y gestión de RCD en los países objeto de estudio.

5.2. Esquema de revisión

Para la selección de publicaciones (artículos y trabajos de grado) se hizo una verificación del resumen, objetivos, metodología y conclusiones, verificando que trataran sobre los países objeto de estudio, la cual permitió identificar aspectos relevantes para el presente trabajo; a su vez se realizó una verificación cruzada de las referencias a las publicaciones hechas en los últimos 5 años (2016 – 2020) donde se revisó toda la literatura citada de 2016 en adelante con el fin de ampliar la búsqueda a un mayor número de publicaciones. Para la recuperación de la bibliografía obtenida a partir de la verificación cruzada se utilizó el motor de búsqueda Google Académico (<https://scholar.google.es/>).

Para la organización de las publicaciones se desarrollaron tablas donde se introdujeron los artículos y se identificó cuantos, y cuales publicaciones se obtuvieron de la verificación cruzada, también se hizo una identificación del tema y país o países sobre el cual habla cada publicación.

Las tablas se organizaron teniendo en cuenta el alcance de las publicaciones; en este sentido se tabularon dependiendo de las bases de datos donde se encuentran indexadas las revistas, teniendo como principales los artículos publicados en revistas indexadas en Scopus y en Web of Science – WOS (Clarivate), que se encuentran listadas en la **Tabla 6**, seguido de los recuperados por medio de Scielo, Dialnet y Redalyc, por último, se generó una tabla con las tesis y trabajos de grado.

Posteriormente, se tuvo en cuenta lo propuesto por Gómez *et al.*, (2014) por lo cual se hizo uso del software VOSviewer con el fin hacer un análisis cualitativo para identificar las palabras con mayor frecuencia de aparición en las publicaciones identificando los grupos temáticos de mayor relevancia de los artículos publicados en las revistas contenidas en la **Tabla 6**.

5.3. Análisis de la información

Se analizaron las normas y estrategias de manejo establecidas por cada uno de los países (Argentina, Brasil, Colombia y México) identificando similitudes y diferencias. De igual manera se examinaron las propuestas de manejo establecidas en la normativa de cada país comparando lo propuesto frente a los otros países; esto permitió identificar las tendencias de gestión de RCD en los cuatro países por medio de los puntos de convergencia entre la normativa. En el caso de los artículos y tesis se hizo un análisis cuantitativo donde se identificaron el número de documentos por país, por tema y por tipo de publicación. Por último, estos documentos (normativa, artículos, tesis y trabajos de grado) fueron utilizados para el análisis comparativo de las tendencias de gestión de los países objeto de estudio; para tal fin se construyó una matriz DOFA para cada uno de los países objeto de estudio.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Revisión de normativa

La **Tabla 7** contiene comentarios de análisis sobre la normativa para la gestión de los RCD en los cuatro países. Se pudo identificar que tanto Brasil como Colombia apuntan a políticas que priorizan la prevención y reducción de RCD, así como, tendencias hacia un modelo de gestión enmarcado en la economía circular.

Por su parte, Argentina es el país que presenta mayor rezago en cuanto a la implementación de normativa específica dirigida al manejo de los RCD ya que en este aspecto solo establece la responsabilidad del manejo de estos en los entes municipales, pero no presenta alternativas para su gestión e incluye estos residuos dentro de una gran categoría que son los residuos industriales.

En cuanto a México se evidencia que no hay una normativa a nivel nacional que regule la gestión de los RCD; sin embargo, han empezado a dar pasos en dirección a la creación de normativa específica desde su capital lo cual evidencia la preocupación que tienen las autoridades por establecer normas que lleven a un manejo adecuado de los residuos generados por la industria de la construcción, no solo estableciendo responsabilidades, sino dando directrices sobre cómo deben ser manejados donde se le da prioridad al reúso y reciclaje por encima de la disposición final.

Tabla 7. Aspectos normativos relevantes para la gestión de RCD

PAÍS	NORMATIVA ESPECÍFICA		COMENTARIOS
	SI	NO	
ARGENTINA			La responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos y a su vez los RCD es delegada a los municipios. Sin embargo, estos entes no cuentan con normativa específica dirigida a la gestión de RCD (Cantor y Mateus, 2017).
	X		La LEY 25612 , establece que el manejo de los residuos industriales* es responsabilidad del generador; las personas físicas y jurídicas responsables de las plantas de almacenamiento, tratamiento o disposición final de residuos, deberán asegurar la recomposición de los posibles daños ambientales que su actividad pudiera causar.
BRASIL			La Resolución 307/2002 establece que la responsabilidad de elaborar los planes de manejo de los residuos de construcción civil será responsabilidad de los municipios y el distrito federal, estos deben incluir el plan municipal de manejo de los residuos de construcción civil y proyectos para el manejo de estos deben ser elaborados por los grandes generadores.
	X		La Resolución 448/2012 modifica a la Resolución 307/2002 e introduce las prioridades en la gestión de los residuos de construcción civil, teniendo como principal opción la no generación, seguido de la reducción, reutilización, reciclaje y tratamiento y por último la disposición final. El plan municipal de gestión de residuos de construcción civil debe considerar las directrices para establecer las responsabilidades de los pequeños generadores en conformidad con los criterios técnicos del sistema de limpieza urbana y

PAÍS	NORMATIVA ESPECÍFICA		COMENTARIOS
	SI	NO	
			contemplar los planes de gestión elaborados por los grandes generadores posibilitando el ejercicio de las responsabilidades de todos los generadores. Las NBR 15112, 15113, 15114, 15115 y 15116 establecen los criterios técnicos para la construcción de áreas de transporte y separación, vertederos y áreas de reciclajes de RCD, así como, los requisitos técnicos para que estos puedan ser usados como agregados tanto para pavimento como construcción sin función estructural. La Ley federal N° 12305/2010 establece como un principio del manejo de los residuos sólidos, la visión sistémica de la gestión considerando aspectos ambientales, sociales, culturales, económicos, tecnológicos y de salud pública. Las Resoluciones N° 469/2015, 431/11 y 348/2004 modifican las fracciones II, III y IV del artículo 3 de la Resolución N° 307/2001 respectivamente; estableciendo en la fracción II que los residuos clase B son aquellos residuos reciclables, haciendo claridad de lo que se considera para efectos de la resolución algunos de estos residuos; en la fracción III que los residuos clase C son aquellos que no son susceptibles de reciclaje o recuperación y en la fracción IV que los residuos clase D son residuos peligrosos procedentes de actividades de construcción y demolición que se encuentren contaminados y por ende sean perjudiciales para la salud humana.
			La Ley 1259 de 2008 establece el comparendo ambiental como medida para fomentar la cultura ciudadana en torno al adecuado manejo de residuos sólidos y escombros. El Decreto 1077 de 2015 establece que el usuario será quien asuma el costo asociado al servicio público de aseo en el caso de la recolección de RCD y el costo asociado a este se pactará entre el usuario que solicite el servicio y el prestador de este.
COLOMBIA	X		El CONPES 3874 de 2016 apunta a una transformación del modelo de gestión integral de residuos sólidos incluyendo los RCD de uno lineal a uno circular, donde se haga uso de la jerarquización de en la gestión de los residuos. La Resolución 472 de 2017 establece la jerarquización en la gestión de RCD priorizando la prevención o reducción, seguido del aprovechamiento y como última opción la disposición final; establece unas actividades que faciliten y prioricen lo anteriormente mencionado. Presenta los criterios y la metodología que se debe seguir para la selección de los sitios de disposición final de RCD. De igual manera establece las responsabilidades sobre cada uno de los actores involucrados en la gestión de RCD.

PAÍS	NORMATIVA ESPECÍFICA		COMENTARIOS
	SI	NO	
			La Resolución 1257 de 2021 por medio de la cual se modifica algunas definiciones contenidas en la Resolución 472 e introduce nuevas definiciones como simbiosis industrial, otro aspecto relevante que modifica es el Artículo 19 sobre las Metas de Aprovechamiento de RCD y dicta otras disposiciones. La NTC 6421:2021 la cual orienta sobre el uso de agregados gruesos reciclados para uso en el concreto hidráulico; esta norma establece los requisitos de calidad y orientaciones de uso para los agregados gruesos reciclados (AGR) para uso en el concreto hidráulico estructural y no estructural. La NTC 6422:2021 por medio de la cual se establece un método para la clasificación de los componentes de los agregados gruesos reciclados con el fin de identificarlos y estimar las proporciones relativas de sus componentes.
MÉXICO	X		La NADF-007-RNTA-2004 establece que los productores de menos de 7 m³ de RCD no tienen que contar con un plan de manejo de RCD y pueden contratar a un tercero para que haga la disposición de dichos residuos; por otro lado, los productores de volúmenes mayores deben presentar un plan de manejo de RCD de acuerdo con la disposición normativa. Hace una desagregación y clasificación de los RCD; de igual manera, establece que los productores de más de 7 m³ deben realizar una separación en la fuente, almacenamiento, recolección transporte, aprovechamiento y por último la disposición final de los RCD. Establece porcentajes mínimos de RCD que se deben reciclar en cada obra que se lleve a cabo y también establece que se debe reemplazar al menos un 25% de materiales por materiales reciclados en las obras de construcción de vías, rellenos sanitarios, ciclovías, lechos para tuberías y bases hidráulicas.

*Argentina habla de los RCD como residuos producidos en la industria de la construcción y dentro de su normativa no diferencia estos residuos de otros residuos industriales.

Es importante resaltar que de los cuatro países analizados el que tiene el mayor adelanto en cuanto a la aplicación de normativa dirigida a la gestión integral de los RCD es Brasil (Cantor y Mateus, 2017), que desde 2010 ha implementado medidas tendientes a la disminución en la generación, reúso y reciclaje de RCD dentro de las obras así como a nivel municipal; esto se ha visto reflejado en la disminución de RCD generados entre el 2015 y 2016, periodo en el que la cantidad de RCD recogidos por las autoridades municipales disminuyó en 1%, siguiendo la tendencia de años anteriores; sin embargo, se debe tener en cuenta que este reporte no representa una visión global de la situación de los RCD ya que solo se reportan los recogidos por los municipios quienes solo recolectan los RCD que han sido abandonados en espacio público (Cobarrubias, 2018).

En Colombia, el artículo 11 de la Resolución 472 de 2017, ordena a los municipios y distritos hacer una selección de sitios específicos para la disposición de los RCD. Este aspecto es un punto clave de partida en cuanto al tratamiento de los RCD, ya que al contar con una selección adecuada de un lugar

para la disposición final de estos residuos se estaría estimulando dar un manejo más apropiado a estos ya que no se mezclarían con otro tipo de residuos y se evitarían a su vez situaciones donde son mal dispuestos y que generan contaminación de cuerpos de agua y suelos. De igual manera, esta resolución ordena a los municipios y distritos ajustar sus PGIRS con el fin de incluir programas para la gestión de RCD, donde se promueva mediante campañas la educación y cultura entorno a estos residuos, identificar áreas potenciales donde se podrían ubicar futuras plantas de aprovechamiento, así como, hacer un seguimiento y control a las actividades realizadas por los gestores y generadores de residuos de construcción y demolición (Rodríguez Acuña, 2020).

A pesar de la existencia de normativa a nivel nacional cada municipio del país cuenta con la autonomía para desarrollar su marco legal para la gestión y en algunos casos el aprovechamiento de los RCD; en este sentido en Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente emitió la regulación técnica del tratamiento y/o aprovechamiento de los escombros en el distrito capital, estableciendo que a partir del año 2012 las entidades que desarrollen obras de infraestructura en la ciudad deberán incluir la utilización de materiales y elementos elaborados a partir del reciclaje de RC&D en un porcentaje de al menos 10% del total de m² construidos para las entidades públicas y 5% para las entidades privadas; además establece que cada año dicho porcentaje aumentará en 5% hasta alcanzar un mínimo de 25% (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011). Sin embargo, a nivel nacional se tienen metas de aprovechamientos de RCD para grandes generadores por categoría de municipio establecidas en el artículo 19 de la Resolución 1257 de 2021 (ver **Tabla 8**).

Tabla 8. Metas de aprovechamiento de RCD de acuerdo con la categoría del municipio

Categoría especial	Categoría 1, 2, 3	Categoría 4, 5, 6	Cumplimiento de meta
25%	15%	5%	1° de enero de 2023
50%	30%	20%	1° de enero de 2026
75%	60%	40%	1° de enero de 2030

En Medellín, por medio del “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos-PGIRS 2016-2027” se estableció un programa para la gestión de los RCD generados en esta ciudad, en el cual se indica que no se cuenta con un sistema integrado para la gestión de RCD y que por esta razón no se tiene un sistema eficiente y sostenible a largo plazo; en este documento la Alcaldía de Medellín también identifica la presencia de actores ilegales asociados principalmente al transporte de los RCD quienes realizan disposición en sitios ilegales (Alcaldía de Medellín, 2020). De acuerdo con la Alcaldía de Medellín (2020) esta ciudad no dispone de infraestructura que permita realizar aprovechamiento de RCD; sin embargo, cuenta con una política pública establecida en el Decreto 1609 de 2013 donde es establece que todos los constructores deben utilizar elementos reciclados a partir de RCD, aprovechando y reutilizando los RCD generados en obra en un porcentaje no inferior al 5% del total de metros cuadrados del proyecto.

Para el caso de Santiago de Cali se cuenta con el Decreto Municipal No. 0771 de 2018 el cual establece los lineamientos de vigilancias y control de la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD, incluyendo las actividades de generación, acopio, transporte, transferencia, tratamiento y/o aprovechamiento y disposición final; establece que el DAGMA es la entidad encargada de la vigilancia y control de la actividades relacionadas con la gestión de RCD para el distrito de Santiago de Cali. Así mismo, se crea el Comité de RCD, siendo este un espacio de

concertación, evaluación y seguimiento en el control a la gestión de los RCD en el perímetro urbano y rural del Municipio (Alcaldía de Santiago de Cali, 2018).

6.1.1. Modelos de gestión

- **Argentina**

Los municipios tienen la potestad de elaborar su propio modelo de gestión de residuos sólidos (RS). Las características de los RS dependen del tamaño de la población, actividades económicas y productivas que desarrolla y grado de urbanización.

Argentina presenta problemas en la gestión general de residuos, es por eso que la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), diseñó una estrategia a nivel nacional denominada Estrategia Nacional Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), mediante la cual se propone gestionar de forma integral los residuos, disminuyendo la disposición de residuos en botaderos a cielo abierto e incrementando su disposición en rellenos sanitarios diseñados, construidos y operados de manera adecuada. Para el cumplimiento de este programa se financian obras de infraestructura asociadas a la transferencia, valorización, reciclaje y disposición final de residuos sólidos urbanos; sin embargo, no hace mención específica a los RCD (Ministerio de Salud y Ambiente, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005).

Las entidades involucradas en los procesos de tratamientos de RS son:

- ✓ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación
- ✓ Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- ✓ Cámara Argentina de la Construcción.
- ✓ Instituto Argentino de la Construcción Sustentable (IADS).

- **Brasil**

Como se mencionó previamente la Resolución 307 expedida por el CONAMA en el 2002 establece específicamente las directrices para la gestión de residuos de construcción y a partir de ella, algunos de los municipios como Sao Pablo y Salvador han tomado acciones para la implementación de un sistema de gestión integral para estos residuos. En el modelo brasileño todas las acciones se deben ejecutar con la finalidad de reducir al mínimo la generación de residuos, gestionar un transporte, tratamiento y disposición final adecuada. Por ende, se clasifica el material para obtener la separación máxima posible de los residuos, con el fin de minimizar los costos asociados al transporte y contribuir a las acciones de reciclaje y reutilización.

Las entidades estatales que intervienen en el proceso son:

- ✓ Ministerio de Medio Ambiente
- ✓ Consejo Nacional para el Medio Ambiente CONAMA
- ✓ Asociación Brasileña para reciclaje de residuos de construcción y Demolición

- **Colombia**

El modelo de gestión que se está implementando tiene por objetivo minimizar la cantidad de RCD generados y lograr un mayor aprovechamiento, por ello en la Resolución 472 de 2017 se establece una jerarquización en la que se priorizan las actividades de prevención y reducción de la generación de RCD, recolección y transporte, almacenamiento, aprovechamiento y como última opción, la disposición final; con el fin de mitigar y prevenir algunos de los impactos que se puedan generar sobre el medio ambiente. En este mismo sentido es importante resaltar que en la Resolución 1257 de 2021 se introduce un término importante para la gestión integral de RCD que es la simbiosis industrial y de igual manera se agrega un nuevo actor a la cadena de gestión el cual es el receptor.

Con la legislación se pretende promover planes de gestión de RCD que incorporen prácticas que prevengan la generación de estos residuos desde las etapas de diseño; así como, implementar prácticas de separación selectiva en la fuente impulsando la reutilización in situ, fomentando en los actores involucrados la responsabilidad social y ambiental frente al manejo integral de RCD (Cantor y Mateus, 2017).

En Colombia cada municipio y/o distrito en su Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS, debe incluir el programa de gestión de RCD; en este se deben promover campañas de educación, cultura y sensibilización sobre la gestión integral de RCD, de igual manera deben hacer la identificación de áreas con potencial para ubicar plantas de aprovechamiento, puntos limpios y sitios destinados a la disposición final; uno de los estímulos que pueden usar los municipios y distritos para la promoción de la utilización de material reciclado de RCD en obras es la implementación de incentivos monetarios en las licitaciones de obras públicas para aquellos oferentes que participen en la licitación (MinAmbiente, 2017).

Un ejemplo de modelo de gestión de RCD en Colombia se encuentra en la ciudad de Bogotá el cual se enfoca en la utilización y reincorporación de residuos procedentes de las actividades constructivas que se llevan a cabo en la ciudad para direccionar la gestión hacia la meta cero RCD

De acuerdo con la Alcaldía Mayor de Bogotá (2016) el modelo para la gestión de los RCD en Bogotá contiene el siguiente conjunto de acciones:

- ✓ Implementar Planes de Gestión de RCD en obras públicas y privadas, para un cambio de cultura en el desarrollo de proyectos constructivos urbanos.
- ✓ Promover la reutilización y/o tratamiento in situ de los materiales residuales en obra.
- ✓ Gestionar el tratamiento y aprovechamiento de los RCD, para el desarrollo de nuevos productos y materiales que se integren nuevamente en los ciclos productivos y económicos, haciéndolos competitivos frente a los ya existentes.
- ✓ Gestionar la disposición final de la mínima fracción no aprovechable de RCD en sitios autorizados por la autoridad ambiental competente.
- ✓ Integrar en la gestión de RCD a los actores de la cadena de producción y aprovechamiento, los gestores autorizados y las entidades públicas, así como las privadas y ciudadanía en general, para lograr la minimización de los residuos, su correcta separación y gestión en la ciudad.
- ✓ Desarrollar acciones destinadas a consolidar procesos de innovación tecnológica e investigación para la gestión integral de RCD en Bogotá.

- ✓ Promover acciones destinadas a consolidar procesos de cooperación técnica, local, nacional e internacional para la gestión de RCD.
- ✓ Diseñar, implementar y efectuar seguimiento a instrumentos de evaluación, control y seguimiento para la gestión integral de RCD en Bogotá.

De acuerdo con Cantor y Mateus (2017) las empresas, entidades, etc. que participan en el proceso para Bogotá son:

- ✓ Secretaría Distrital de Ambiente
- ✓ 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
- ✓ Metro vivienda
- ✓ DANE
- ✓ Cámara Colombiana de Construcción CAMACOL
- ✓ CEMEX Colombia está implementando una Propuesta de aprovechamiento de los RCD cuyo objetivo es reducir, reutilizar y reciclar los RCD para convertirlos en productos que generen un valor agregado al sector de la construcción.

• **México**

En México la gestión de RCD presenta serias deficiencias, esto debido que se cuenta con poca infraestructura adecuada para su manejo; las plantas de reciclaje reportadas solo se encuentran en México D.F. donde se identificó que para obras publico privadas solo el 3% se recicla; la mayor parte de RCD son dispuestos de forma inadecuada en predios abandonados o vía pública, otra parte es depositado en rellenos sanitarios y solo una pequeña cantidad son dispuestos en sitios específicamente diseñados para tal fin; solo México D.F., el estado de México, Guanajuato y Baja California cuentan con sitios específicos para la disposición final de RCD (Cantor y Mateus, 2017).

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) elaboró el “Plan Nacional de Manejo de Residuos de la Construcción”, en el cual se establece estrategias como una guía para el tratamiento de los RCD. Los principales involucrados en este plan se enlistan a continuación.

- ✓ Ingenieros Civiles Asociados (ICA).
- ✓ Coconal
- ✓ Azul Concretos
- ✓ Concretos Reciclados
- ✓ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC (IMCYC).
- ✓ Asociación Mexicana de Empresas Ambientalistas. (AMEXA).
- ✓ Cámara Nacional del Cemento.
- ✓ Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción.
- ✓ Fundación de la Industria de la Construcción.
- ✓ Instituto tecnológico de la Industria de la Construcción.
- ✓ Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- ✓ Secretaría de Medio Ambiente del D.F.

Se tiene que las estrategias de gestión de los países objeto de estudio excluyendo a Argentina están en caminadas a la generación de planes y programas que permitan el adecuado manejo de los RCD priorizando la no generación, seguido por el reciclaje y recuperación de estos y como última alternativa la disposición final adecuada; en este sentido se promueve la aplicación de beneficios y sanciones que estimulen la gestión integral (Robayo *et al.*, 2015; Capdevila *et al.*, 2018; Vargas 2019; Fernández, 2019; Nunes y Mahler, 2020).

La **Tabla 9** presenta un resumen basado en los resultados obtenidos Cantor y Mateus (2017) donde se identificaron varios aspectos de la gestión integral para cada uno de los países objeto de estudio.

Tabla 9. Matriz de información recopilada

Ítem	Argentina	Brasil	Colombia	México	Porcentaje
Modelo de gestión para RCD		X	X	X	75%
Métodos de aprovechamiento	X	X	X	X	100%
Estrategias de motivación (excepciones tributarias y sanciones)	X	X	X	X	100%
Estadísticas		X	X	X	75%
Composición y procesos de selección		X	X	X	75%
Existe normativa específica		X	X	X*	75%

Fuente: (Cantor y Mateus, 2017)

*No existe a nivel nacional, hace referencia solo a México D.F.

Lo presentado en la **Tabla 9**, concuerda con lo que se ha mencionado anteriormente, donde se ha evidenciado que el país con el menor desarrollo en cuanto a la gestión de RCD es Argentina lo cual se considera una desventaja frente a los otros países dado que esto implica que se deba comenzar con la promulgación de normativa específica dirigida a los RCD y la implementación de esta es un proceso que conlleva tiempo, como se ha visto en los otros países. Teniendo en cuenta que el marco en el marco normativo actual, los generadores son los responsables de la correcta separación en la fuente (de los materiales potencialmente aprovechables y los no-aprovechables), previo a su recolección, transporte y disposición final. No obstante, esta es una de las barreras más grandes que impide el aprovechamiento integral de los RCD dado que no se promueven muchos incentivos para que se realice esta actividad.

Además, a nivel mundial los gobiernos han desarrollado e implementado estrategias para el control de los RCD; donde cabe mencionar a España, con un sistema de fianzas; Inglaterra, con acuerdos voluntarios entre los generadores del sector de la construcción; República Checa, con impuestos sobre los agregados naturales; Holanda, con el cobro de tarifas por vertimiento; e incluso Suecia, con la implementación de una tasa por el uso de materiales vírgenes o naturales; estos esfuerzos son exitosos al ser complementados con instrumentos económicos que permiten incentivar el cambio en el comportamiento y la cultura de los generadores (MinAmbiente y Universidad Nacional de Colombia, 2017).

6.2. Revisión de artículos, tesis y trabajos de grado

En cuanto a la revisión de artículos científicos inicialmente se hizo una identificación de 135 artículos en las bases de datos Scopus (<http://www.scopus.com/>) y Web of Science – WOS (Clarivate) haciendo uso de las cadenas de búsqueda contenidas en el **Anexo 2** y **Anexo 3**; posteriormente se realizó una

revisión de los mismos para proceder a filtrar aquellos que hicieran referencia a los países objeto de estudio, obteniendo finalmente 18 artículos (ver **Anexo 4**). El principal tema de estos artículos son las alternativas a distintas a la disposición final presentando diversas opciones de reincorporación de los RCD al ciclo productivo, siendo la más mencionada el uso como agregados en pavimentos y otros usos dentro de la industria de la construcción; siendo Brasil el país con mayor desarrollo de estudios a escala de laboratorio y piloto (Akhtar y Sarmah, 2018; Kataguirí *et al.*, 2019; Hoffmann *et al.*, 2021).

En la **Tabla 10** se presentan los temas que abordan cada uno de los autores en las publicaciones recuperadas de las bases de datos Scopus y Web of Science y el país o países con los que se relacionan cada uno de estos, evidenciando que los temas más abordados son los relacionados con las alternativas diferentes a la disposición final y el país con mayor número de publicaciones es Brasil.

Tabla 10. *Relación de tema publicado y los países correspondientes de los artículos obtenidos de las bases de datos Scopus y Web of Science*

N°	Año	Autor/es	Tipo de publicación	Tema que aborda	País/es sobre el que habla
1	2010	Lopes et al., (2010)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
2	2013	Ulsen et al., (2013)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
3	2015	Gomes et al., (2015)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
4	2018	Akhtar y Sarmah (2018)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil y México
5	2019	Jina et al., (2019)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Argentina y Brasil
6	2020	Hoffmann et al., (2021)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
7	2014	Pepe et al., (2014)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
8	2015	Walteros et al., (2015)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
9	2019	Kataguirí et al., (2019)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
10	2020	Nunes y Mahler (2020)	Artículo	Gestión	Brasil

N°	Año	Autor/es	Tipo de publicación	Tema que aborda	País/es sobre el que habla
11	2012	Bessa et al., (2012)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
12	2016	Santos et al., (2016)	Artículo	ACV	Brasil
13	2016	Contreras et al., (2016)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
14	2019	Scatolini y de Mello (2019)	Artículo	Gestión	Brasil
15	2011	Dias et al., (2011)	Artículo	Caracterización	Brasil
16	2019	Peixoto y Santos (2019)	Artículo	ACV	Brasil
17	2020	Ferreiraa et al., (2020)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
18	2017	Condeixa et al., (2017)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil

En la **Tabla 11** se presentan los temas que abordan cada uno de los autores en las publicaciones obtenidas de las bases de datos Redalyc, Scielo y Dialnet; así como, el país o países con los que se relacionan cada uno de estos, evidenciando que el tema con mayor frecuencia es aquel que se relaciona con la gestión y el país con mayor número de publicaciones es Colombia.

Tabla 11. Relación de tema publicado y los países correspondientes de los artículos obtenidos de las bases de datos Redalyc, Scielo y Dialnet

N°	Año	Autor/es	Tipo de publicación	Tema que aborda	País/es sobre el que habla
1	2018	Capdevila et al., (2018)	Artículo	Gestión	Argentina
2	2012	Acevedo et al., (2012)	Artículo	Gestión	Colombia
3	2016	Bovea et al., (2016)	Artículo	ACV	Argentina, Brasil, Colombia y México
4	0	Guarín et al., (n.d.)	Artículo	Gestión	Brasil y Colombia
5	2018	Suárez et al., (2018)	Artículo	Gestión	Colombia
6	2015	Jiménez (2015)	Artículos	Gestión	México
7	2017	Pacheco et al., (2017)	Artículo	Gestión	Colombia
8	2018	Pinzón y Cortes (2018)	Artículo	Gestión	Colombia
9	2015	Robayo et al., (2015)	Artículo	Gestión	Colombia
10	2016	Carvajal y Carmona (2016)	Artículo	Gestión	Colombia
11	2013	Chávez et al., (2013)	Artículo	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Colombia

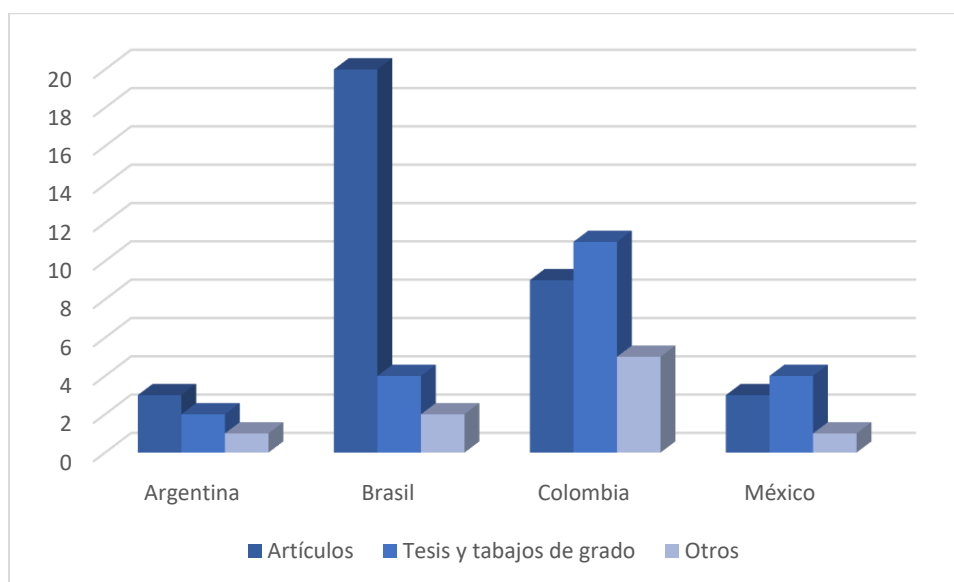
En la **Tabla 12** se presentan los temas que abordan cada uno de los autores en las tesis y trabajos de grado; así como, el país o países con los que se relacionan cada uno de estos, evidenciando que el tema con mayor frecuencia es la gestión y el país con mayor número de este tipo de publicaciones es Colombia.

Tabla 12. Relación de tema publicado y los países correspondientes de las tesis y trabajos de grado

N°	Año	Autor/es	Tipo de publicación	Tema que aborda	País/es sobre el que habla
1	2013	Acevedo (2013)	Trabajo de pregrado	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Colombia
2	2017	Jaimes y Acevedo (2017)	Trabajo de especialización	Gestión	Colombia
3	2015	Vidal (2015)	Trabajo de pregrado	Gestión	Brasil
4	2017	Cantor y Mateus (2017)	Trabajo de pregrado	Gestión	Argentina, Brasil, Colombia y México
5	2017	Abud (2017)	Trabajo de especialización	Caracterización	Argentina
6	2011	Escandón (2011)	Trabajo de pregrado	Gestión	Colombia
7	2016	Durán y Garzón (2016)	Trabajo de especialización	Gestión	Colombia
8	2018	Villalba et al., (2018)	Trabajo de especialización	Gestión	Colombia
9	2018	Cerchiaro (2018)	Trabajo de maestría	Gestión	Colombia
10	2018	Díaz (2018)	Trabajo de maestría	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	México
11	2016	Ospina y Castro (2016)	Trabajo de especialización	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Colombia
12	2015	Martínez y Poveda (2015)	Trabajo de pregrado	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Colombia
13	2019	Vargas (2019)	Trabajo de pregrado	Gestión	Brasil, Colombia y México
14	2011	Ulsen (2011)	Tesis de doctorado	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Brasil
15	2017	Castellanos et al., (2017)	Trabajo de especialización	Alternativas a la disposición final (Reciclaje)	Colombia y México

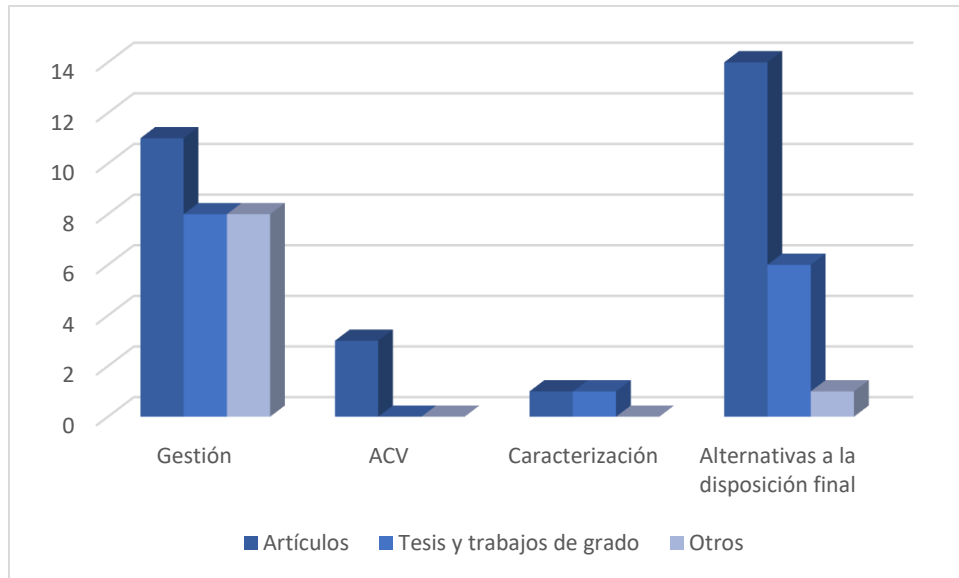
La **Gráfica 1** muestra el tipo y número de publicaciones que se hicieron por cada país dentro de la ventana de observación de 11 años (2010 al 2020). En esta gráfica se puede apreciar que el mayor

número de artículos publicados está relacionado con Brasil siendo un total de 20 (en estos se incluyen los recuperados de las bases de datos Scopus (<http://www.scopus.com/>), Web of Science – WOS (Clarivate), Scielo, Dialnet y Redalyc); seguido por las tesis y trabajos de grado; donde 7 son trabajos de pregrado, 5 de especialización, 2 de maestría y 1 de doctorado; Colombia es el país en el cual este tipo de documento es más frecuente.



Gráfica 1. Producción científica y académica relacionada con la gestión de RCD por país, según el tipo de publicación

La **Gráfica 2** relaciona los temas de investigación con el tipo de publicación, teniendo que para el caso de los artículos predominan los temas relacionados con las alternativas diferentes a la disposición final seguido por la gestión de RCD; por su parte las tesis y trabajos de grado, de las cuales seis son trabajos de pregrado, seis de especialización, dos de maestría y una de doctorado, el tema que aporta el mayor número de publicaciones es la gestión de RCD seguido por los relacionados con alternativas a la disposición final.



Gráfica 2. Tema más frecuente por tipo de publicación

En la **Figura 5** y la **Figura 6**, se presenta la visualización resultante del procesamiento de los artículos recuperados de las bases de datos Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate) por medio de software VOSviewer. La **Figura 5** presenta la recurrencia en la aparición de las palabras clave y como éstas se interconectan entre sí. Las palabras clave que aparecieron con mayor frecuencia fueron “construction and demolition waste” con 15 apariciones seguida por “demolition” con 12.

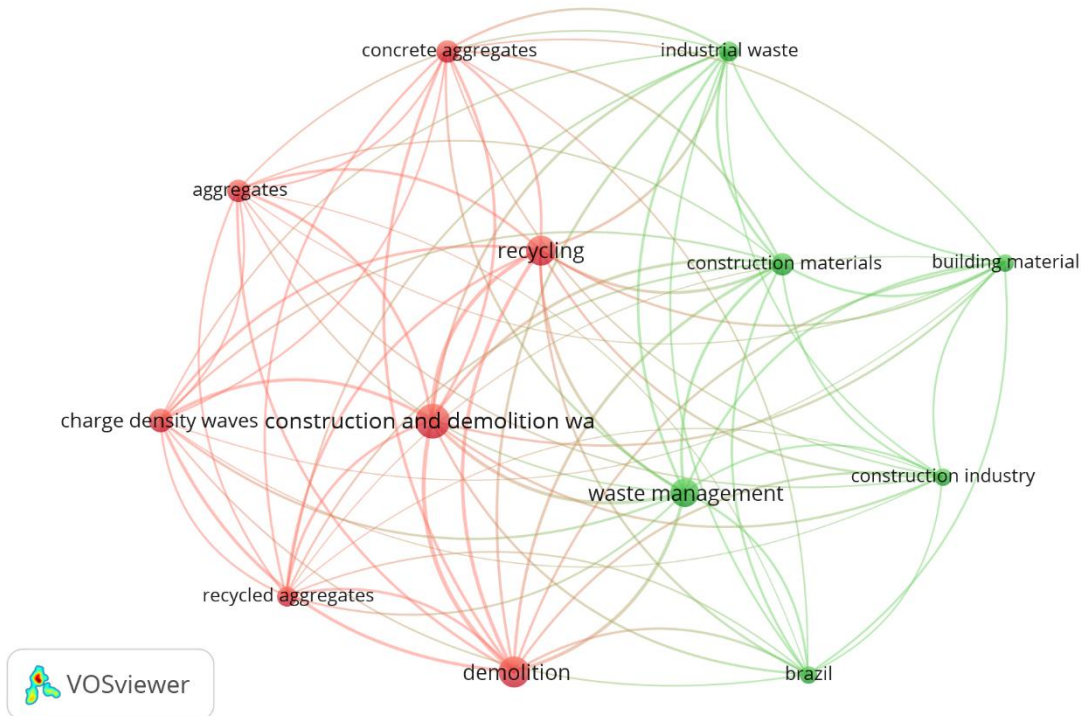


Figura 5. Visualización de VOSviewer de la red de concurrence de palabras clave de los artículos recuperados de Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate)

La **Figura 6** se presenta las palabras clave al igual que la **Figura 5**, incluyendo información relacionada con el año a partir del cual se inicia la aparición de estas en las publicaciones; las palabras que se encuentran más próximas al violeta son las de mayor antigüedad y las más cercanas al amarillo las que han aparecido más recientemente.

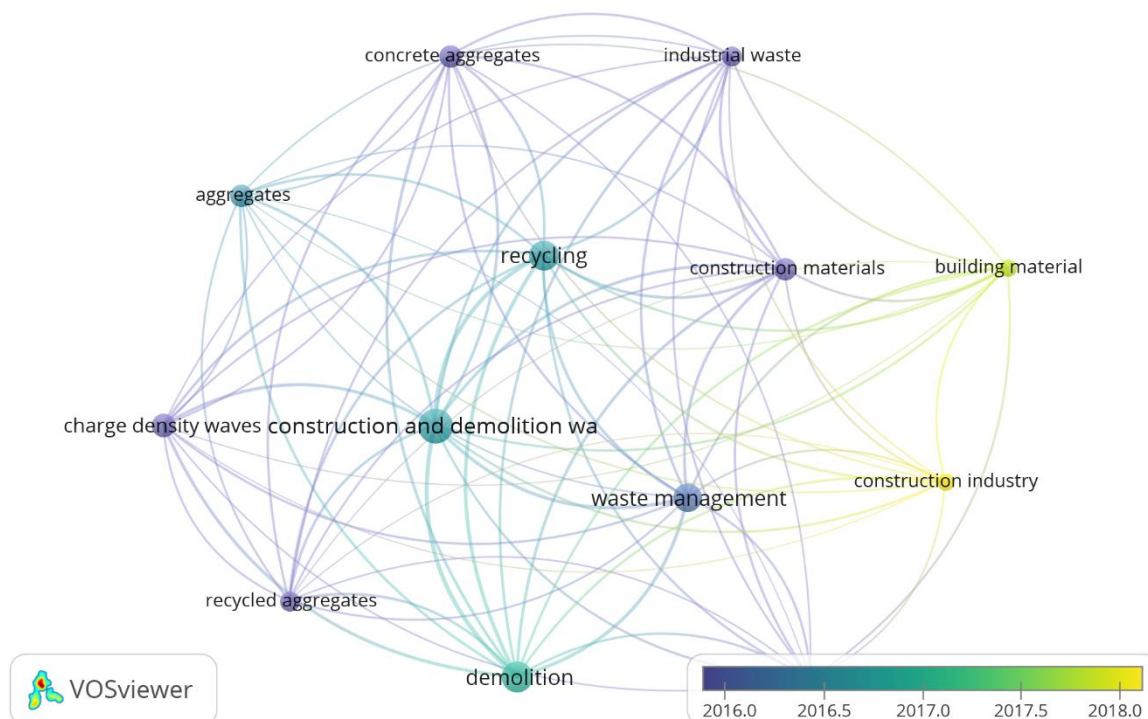
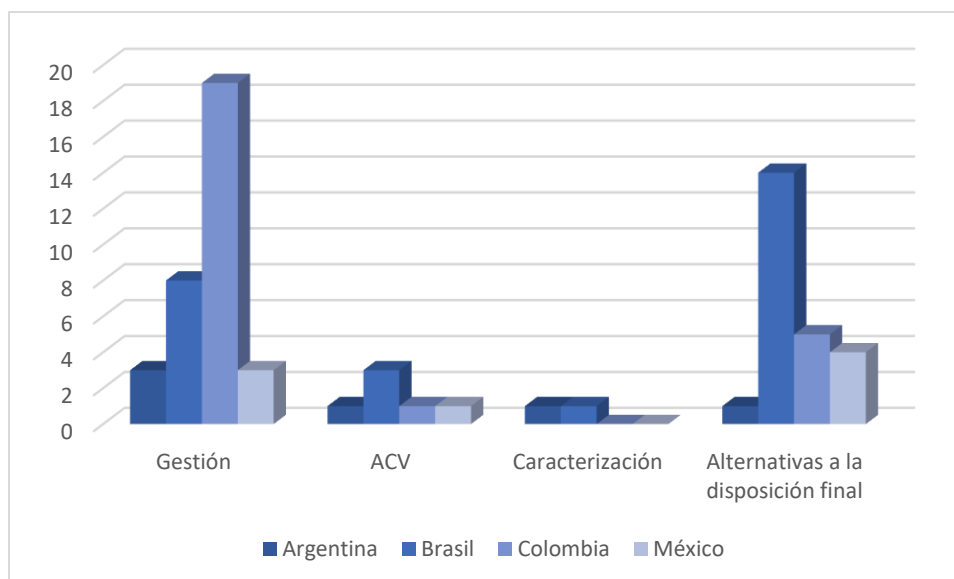


Figura 6. Visualización de VOSviewer de la red de concurrencia de palabras clave por fecha de aparición de los artículos recuperados de Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate).

La **Gráfica 3** presenta el tema con mayor número de publicaciones por cada país, predominando los temas relacionados con la gestión y las alternativas a la disposición final. El principal tema de publicación para Colombia (19) y Brasil (8) es la Gestión de los RCD seguido por las alternativas, con 5 y 14 publicaciones respectivamente. En el caso de las publicaciones relacionadas con caracterización de RCD, se evidenció que para la ventana de observación y países seleccionados solo se recuperaron dos documentos; uno relacionado con Argentina y el otro con Brasil.



Gráfica 3. Tema más publicado por país

La gestión de RCD incluye una serie de actividades que permiten dar un manejo adecuado de estos residuos priorizando las actividades de acuerdo con la jerarquía de gestión integral para los RCD (MinAmbiente, 2017). A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos por Nunes y Mahler (2020) quienes encontraron que en Brasil al menos el 8% de los RCD recolectados en el año 2015 fueron desviados hacia plantas de reciclaje o a áreas de relleno inertes y se pudo concluir que el 92% de los RCD no se recicla ni se almacena para usos futuros y son llevados principalmente a vertederos de Residuos Sólidos Urbanos (RSU); esta práctica se encuentra ampliamente extendida por el territorio nacional.

De acuerdo con ABRECON (2019); citado por Nunes y Mahler (2020) en Brasil para finales del 2015 había entre 115 y 310 unidades de tratamiento y en el 2018 se identificaron alrededor de 360. De las 360 unidades de tratamiento se tomó y analizó una muestra de 92 unidades, determinando que el 91% de estas pertenecen a iniciativas privadas, 5% alianzas público-privadas y solo el 4% a entidades públicas; también identificó que el 92% de las empresas cuentan con entre 5 y 20 empleados y con una capacidad instalada para procesar entre 2.000 y 10.000 m³ de RCD mensuales. Estas instalaciones trabajan en promedio con el 35% de su capacidad máxima instalada, debido a condiciones climáticas y principalmente a la baja demanda de áridos reciclados, lo cual se debe a la falta de legislación que obligue a los constructores al uso de este material, una carga fiscal elevada, el desconocimiento de los consumidores sobre la oferta de árido reciclados y la baja calidad del material producido; un factor que afecta la viabilidad de las unidades de reciclaje es la ineficiencia en la trazabilidad del transporte de RCD ya que impide hacer una identificación de los sitios a donde se destinan y cuál es el manejo que se les da.

Por último, se reporta que los principales consumidores de áridos reciclados en Brasil son: las empresas constructoras (27%), particulares (24%), empresas de demolición (22%), organismos públicos (14%) y la destinación a la fabricación de adoquines (12%) (ABRECON, 2019; citado por; Nunes y Mahler, 2020).

En Brasil también se destaca el potencial que tienen los RCD de ser reutilizados en situaciones post - desastre y como se relaciona la ocurrencia de desastres naturales con la adaptación más rápida a nuevas regulaciones que potencien el aprovechamiento de los residuos y la generación de subproductos de valor agregado con potencial de uso en los esfuerzos de reconstrucción de obras públicas y privadas (Scatolini y de Mello, 2019).

Colombia se encuentra un poco rezagada en cuanto a la aplicación efectiva de técnicas de reciclaje de RCD, ya que la mayor parte de sus plantas de reciclaje son poco tecnificadas y no se especializan en el tratamiento de RCD (Vargas, 2019; Fernández, 2019). En el Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2018 no se reporta la existencia de plantas de tratamiento de RCD; no obstante, se conocen las experiencias como la puesta en marcha por la empresa Smartcrush en la ciudad de Bogotá (Fernández Rubio, 2019) y las empresas Premoldeados, Maecol, Ecoingeniería, Rocales y Concretos y Emsirvac en el Valle del Cauca (Alcaldía de Santiago de Cali, 2018); así como, SINESCO y Granulados Reciclados de Colombia Greco SAS en Antioquía, esto indica que la información oficial es incompleta. En el caso de la ciudad de México se tiene que en el 2004 implementó una planta para el reciclaje de los desechos de construcción donde se realiza la clasificación y se establecen especificaciones de manejo para (RCD), en el distrito federal (Vargas, 2019).

En cuanto a Argentina la gestión de los RCD no se encuentra regulada por el estado como se ha mencionado previamente, esto influye en el poco interés que presentan los actores involucrados en la gestión de estos residuos aun contando con ventajas económicas (Capdevila *et al.*, 2018). En general un gran número de generadores no realiza ningún tipo de gestión a los RCD; no obstante, consideran importante trabajar en la generación, almacenamiento y deposición final. En el caso de quienes realizan algún tipo de actividades, éstas están orientadas principalmente en la prevención en la generación y disposición final de los RCD y se evidencia que la planificación de la gestión resulta difícil, dado que aún no están claras las etapas incluidas en este proceso. En este sentido, existe cierto desconocimiento sobre las posibilidades que provee una correcta planificación, a los fines de reducir la generación de RCD, y los beneficios implícitos; de igual manera los generadores consideran relevante la posibilidad de contar con un marco regulatorio que ordene y controle la actividad de la gestión de RCD (Capdevila *et al.*, 2018).

En cuanto a las publicaciones relacionadas con alternativas diferentes a la disposición final se centran en el estudio de RCD procesados para ser usados como áridos reciclados reincorporados al ciclo productivo como agregados en pavimentos, los cuales obtuvieron resultados favorables similares a los de los áridos naturales en cuanto a durabilidad, flexibilidad entre otras características; también se presentan los RCD con una alternativa a las materias primas para fabricación de argamasas, adoquines, morteros, uso en elementos no estructurales de edificaciones y como material de relleno, identificándose una favorabilidad económica ya que presentan un costo menor y ventajas medio ambientales dada la disminución en la extracción de áridos naturales y todos los impactos sobre los ecosistemas que esta conlleva (Lopes *et al.*, 2010; Bessa *et al.*, 2012; Ulsen *et al.*, 2013; Acevedo, 2013; Martínez y Poveda, 2015; Akhtar y Sarmah, 2018; Kataguirí *et al.*, 2019; Hoffmann *et al.*, 2021). Akhtar y Sarmah (2018) hacen referencia a Brasil y México; Lopes *et al.* (2010), Bessa *et al.* (2012), Ulsen *et al.* (2013), Kataguirí *et al.* (2019) y Hoffmann *et al.* (2021) a Brasil y Acevedo (2013) y Martínez y Poveda (2015) a Colombia.

Hoy en día, la práctica más común de reciclaje de RCD es la producción de agregados reciclados como reemplazo de los agregados naturales en diversas aplicaciones (Di Maria *et al.*, 2018). Esta práctica permite disminuir impactos negativos sobre el medio ambiente asociados principalmente a la

extracción de los áridos naturales (Vidal, 2015). En este aspecto Brasil lleva la delantera ya que fue el primer país en América del Sur en adoptar tecnologías de reciclaje al instalar una planta de RCD, fundamentada en la Resolución del Congreso Nacional del Medio Ambiente, Brasil (Guarín *et al.*, n.d.; Cantor y Mateus, 2017; Vargas, 2019). A su vez ha sido Brasil uno de los países en América Latina que más ha apostado en los últimos años al reciclaje de los residuos en general incluyendo el reciclaje de desechos de construcción utilizándolos como agregados reciclados para las subbases viales (Díaz, 2018).

En la **Figura 7** se presentan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para Argentina; es importante destacar que una gran debilidad es la ausencia de normativa específica ya que no hay una reglamentación que guíe y dicte directrices para la aplicación de un modelo de gestión y establezca responsabilidades para los entes y actores involucrados en la industria de la construcción. Dentro de amenazas se destaca que pueda aplicarse estrategias o hacer uso de tecnología no adaptada al contexto lo cual entorpecería las acciones que se estén tomando.

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
• Designación de responsables de la disposición de RCD en la normativa general.	• Ausencia de normativa específica. • Poco control de las autoridades. • Baja presencia de unidades de tratamiento. • Poca investigación en torno a los RCD. • Poco estímulo del mercado al consumo de productos obtenidos a través del aprovechamiento de RCD.	• Tendencia mundial hacia la implementación de modelos de gestión integral de RCD. • Experiencias en países de la región que han demostrado los beneficios de contar con un sistema de gestión integral. • Abundantes líneas de investigación.	• Urbanización poco planificada. • Aplicación de estrategias no adaptadas al contexto del país. • Disponibilidad de tecnología no adaptada al contexto.

Figura 7. Matriz DOFA para Argentina

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 8**, **Figura 9** y **Figura 10** se presentan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para Brasil, Colombia y México (para el caso específico de México cabe resaltar que la normativa específica solo se aplica para la capital). Es importante destacar que una de las grandes fortalezas con las cuales cuentan estos países es la existencia de normativa específica dado que a través de esta se dictan directrices para la aplicación de un modelo de gestión al tiempo que establece responsabilidades para los entes y actores involucrados en la industria de la construcción. La amenaza identificada para todos los cuatro países es la urbanización poco planificada dado a que esta puede generar un mayor volumen de RCD al no contar con planes de gestión y diseños que optimicen el uso de materiales.

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
• Existencia de normativa específica. • Sanciones e incentivos. • Presencia de investigación en torno a los RCD con experiencias donde se presentan alternativas de desvío. • Oportunidades de mercado.	• Poco control de las autoridades. • Baja presencia de unidades de tratamiento. • Poco estímulo del mercado al consumo de productos obtenidos a través del aprovechamiento de RCD. • Baja demanda de áridos reciclados. • Falta de legislación que obligue al uso de materiales obtenidos a partir de RCD. • Desconocimiento de los consumidores sobre la oferta de árido reciclados • Baja calidad del material producido	• Tendencia mundial hacia la implementación de modelos de gestión integral de RCD. • Abundantes líneas de investigación. • Existencia de un sector académico e investigativo con interés en el tema y con posibilidad de aportar en la estructuración de alternativas de solución contextualizadas	• Urbanización poco planificada. • Aplicación de estrategias no adaptadas al contexto del país. • Disponibilidad de tecnología no adaptada al contexto. • Condiciones climáticas. • Carga fiscal elevada. • Ineficiencia en la trazabilidad del transporte de los RCD.

Figura 8. Matriz DOFA para Brasil

Fuente: Elaboración propia

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
• Existencia de normativa específica. • Sanciones e incentivos. • Presencia de investigación de RCD principalmente centrada en la Gestión. • Existencia de políticas o normas en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín que buscan la implementación de actividades de aprovechamiento y valorización de RCD.	• Poco control de las autoridades. • Baja presencia de unidades de tratamiento.	• Tendencia mundial hacia la implementación de modelos de gestión integral de RCD. • Abundantes líneas de investigación. • Interés en el tema por parte de instituciones de educación superior, lo cual puede contribuir a la identificación de alternativas de solución adaptables al contexto	• Urbanización poco planificada. • Aplicación de estrategias no adaptadas al contexto del país. • Disponibilidad de tecnología no adaptada al contexto.

Figura 9. Matriz DOFA para Colombia

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de Colombia y Brasil se destaca que cuentan también con la mayor cantidad de investigaciones identificadas para artículos; así como, para tesis y trabajos de grados, lo cual representa una ventaja más para estos países ya que a través de la investigación se puede demostrar los beneficios que tiene la gestión integral de los RCD.

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
• Designación de responsables de la disposición de RCD en la normativa general. • Sanciones e incentivos.	• Poco control de las autoridades. • Baja presencia de unidades de tratamiento. • Normativa específica solo para México D.F.	• Tendencia mundial hacia la implementación de modelos de gestión integral de RCD. • Abundantes líneas de investigación.	• Urbanización poco planificada. • Aplicación de estrategias no adaptadas al contexto del país. • Disponibilidad de tecnología no adaptada al contexto.

Figura 10. Matriz DOFA para México

Fuente: Elaboración propia

Otro aspecto para destacar es que lo publicado corresponde más al contexto de las ciudades capitales y en países como Colombia, donde la proporción de pequeños municipios es alta, se reporta poca o no se reporta información referente a los RCD lo que da una visión sesgada de la realidad de estos residuos.

En los **Anexo 4**, **Anexo 5** y **Anexo 6** se presentan un listado de los documentos consultados durante la revisión bibliográfica de la cual se extrajo la información para la elaboración del presente documento.

7. CONCLUSIONES

El manejo actual que se le da a los RCD en los países objeto de estudio amerita cambios significativos; ya que se evidenció que incluso en aquellos en los cuales existe legislación dirigida a la gestión de RCD presentan grandes debilidades y oportunidades de mejora en el manejo que se le da a estos residuos. Frente a ello se observan esfuerzos tendientes a la implementación de opciones de desvío que permitan dar un manejo adecuado enmarcado en la economía circular.

El marco normativo relacionado con la gestión de RCD en Brasil, Colombia y México está orientado a priorizar las actividades que permitan minimizar al máximo la cantidad de RCD generados teniendo como última opción la disposición final adecuada. No obstante, este marco normativo es relativamente reciente en especial para el caso de Colombia y México y la opción predominante actualmente en los tres países es la disposición final inadecuada en la mayoría de los casos.

Brasil es el país cuya normativa en relación con los RCD es más amplia y lleva mayor tiempo implementándose, en contraste Argentina es de los cuatro países analizados el que presenta el mayor rezago en la promulgación de normativa específicamente dirigida a la gestión integral de los RCD ya que no cuenta con esta y hasta el momento de conclusión de esta investigación no se logró evidenciar información que permitiera pensar que esta estaba próxima a promulgarse.

Se pudo evidenciar que tanto Colombia como Brasil tienen tendencias en su modelo de gestión que apuntan a la economía circular priorizando la reducción, el reúso y reciclaje y teniendo como última opción la disposición final adecuada.

Los principales temas de investigación para los países objeto de estudio fueron las alternativas a la disposición final; donde el principal tema de estudio fue la transformación de los RCD en productos como agregados, argamasas, adoquines y morteros o el uso de estos residuos como material de relleno no estructural en la construcción de nuevas edificaciones; y por otro lado la investigación en la gestión de los RCD.

Los países que han desarrollado más investigación en torno a los RCD son Brasil y Colombia; teniendo como principales temas investigación las alternativas a la gestión final y la gestión respectivamente. El país más rezagado en cuanto a investigación es Argentina y en el caso de México cabe resaltar que los avances tanto en investigación como en normativa se concentran en la capital.

Las políticas de gestión integral de RCD son un paso importante para lograr un manejo adecuado de estos residuos; sin embargo, se deben aunar esfuerzos para que su aplicación sea efectiva dado que no solo basta con la promulgación de normas, sino, que se debe iniciar un proceso de educación e implementación de infraestructura que permita realizar las acciones que se priorizan en el marco normativo. Esto se puede evidenciar principalmente en los casos de Brasil y Colombia donde si bien hay un marco normativo extenso los avances en la implementación no han sido muy significativos debido a la baja presencia de infraestructura adecuada para el procesamiento de RCD, la poca motivación a través de incentivos a los actores involucrados para el uso de materiales provenientes del reciclaje de RCD, el poco control de las autoridades y el desconocimiento actual del mercado potencial entorno a los productos obtenidos a partir del procesamiento de los RCD.

La implementación de modelos de gestión integral de RCD conlleva tiempo y esfuerzo de diversos sectores, ya que implica cambios no solo a nivel normativo y administrativo sino también en el ámbito

social y cultural; por lo cual debe ser un trabajo interdisciplinario e intersectorial que cuente con la participación de los múltiples actores involucrados en la industria de la construcción, en todas las etapas del proceso de formulación y aplicación de los planes y programas para la gestión integral de RCD.

Es necesario seguir realizando investigación en temas relacionados con la gestión integral de los RCD dado que se ha evidenciado que estos presentan características que les permiten ser procesados y reincorporados al ciclo productivo como materia prima en obras de construcción, por ende, la investigación es un pilar fundamental que se debe fortalecer para sustentar los beneficios del uso de estos materiales en reemplazo de otros que hayan sido extraídos de la naturaleza por primera vez, evitando y/o disminuyendo así impactos ambientales negativos asociados a la extracción de materias primas para la industria de la construcción. Por último, un aspecto clave para tener en cuenta es que se debe considerar desde la etapa de concesión del proyecto los materiales y forma en los que estos serán usados ya que esto permitirá tener un mayor control sobre los residuos que se generan.

8. REFERENCIAS

Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A. y Ramírez Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia, *Gestión y Ambiente*, 15 (1), pp. 105-117. [en línea]. Disponible en: www.redalyc.org/pdf/1694/169424101009.pdf [Consultado: 10-02-2021]

Acevedo Sánchez, C. D. (2013). Evaluación de la factibilidad de obtención de argamasa a partir del aprovechamiento de ladrillo y mortero contenidos en escombros. Tesis para optar al grado de Ingeniero Sanitario y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. [en línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/9078?mode=simple> [Consultado: 10-02-2021]

Akhtar, A. y Sarmah, A. k. (2018). Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective, *Journal of Cleaner Production* 186 (2018), pp. 262-81. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.03.085 [Consultado: 17-06-2021]

Alcaldía Mayor de Bogotá (2011). Resolución No. 2397 de 2011 "Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el distrito capital". Bogotá.

Alcaldía de Medellín (2013). Decreto 1609 de 2013 "Por medio del cual se reglamenta el Acuerdo Municipal 062 de 2009 que establece una política pública para la gestión de escombros en la ciudad de Medellín". Medellín.

Alcaldía de Medellín (2020). Seguimiento Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Medellín 2016-2027. [en línea]. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/iri/portal/medellin?NavigationTarget=contenido/9702-Plan-de-Gestion-Integral-de-Residuos-Solidos-PGIRS> [Consultado: 11-02-2022]

Alcaldía de Santiago de Cali (2005). Decreto No. 0291 de 2005 "Por medio del cual se regula la gestión integral de escombros en el municipio de Santiago de Cali". Santiago de Cali.

Alcaldía de Santiago de Cali (2018). Decreto No. 0771 de 2018 "Por el cual se reglamenta el control a la Gestión Integral de los Residuos de la Construcción y Demolición – RCD en Santiago de Cali y se dictan otras disposiciones". Santiago de Cali.

Alcaldía de Santiago de Cali (2018). Cali le apuesta al aprovechamiento de residuos de construcción y demolición. [en línea]. Disponible en: <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/142101/cali-le-apuesta-al-aprovechamiento-de-residuos-de-construccion-y-demolicion/> [Consultado: 06-03-2022]

Alcaldía Mayor de Bogotá (2016). Bogotá D.C., hacia una nueva cultura de la gestión integral de los residuos de construcción y demolición. [en línea]. Disponible en: <https://ent.cat/wp-content/uploads/2016/03/Publicacion-Bogota-SDA.pdf> [Consultado: 15-02-2022]

Bessa, I. S., Castelo Branco, V. T. F. y Soares, J. B. (2012). Evaluation of different digital image processing software for aggregates and hot mix asphalt characterizations, *Construction and Building Materials*, 37 (2012), pp. 370 - 378. Doi: 10.1016/j.conbuildmat.2012.07.051 [Consultado: 08-07-2021]

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción-CMIC. (2013). Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición. [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-residuos-de-la-construccion> [Consultado: 12-02-2022]

Cantor Sanabria, B. E. y Mateus Quitian, N. Y. (2017). Modelos implementados en el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos de construcción y demolición en Latinoamérica. (estado del arte). Monografía para optar por el título de Ingeniero Civil. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. [en línea]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6890/1/CantorSanabriaBibianaEddit2017.pdf> [Consultado: 02-02-2021]

Capdevila, J. A., Nasser, J. J., Salomón, J. E., Odebrecht, A. M., Harada, R. G. y Sabaini, F. (2018). Evaluación de la gestión de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Córdoba. [en línea]. Disponible en: https://cadi.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/4_CADI_y_10_CAEDI_paper_55.pdf [Consultado: 03-11-2021]

Catalá López, F. y García Altés, A. (2010). Evaluación económica de intervenciones sanitarias en España durante el período 1983-2008, Revista Española de Salud Pública, 84 (4), pp. 353 – 369. [en línea]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272010000400002 [Consultado: 10-03-2021]

Cerchiaro Daza, L. A. (2018). Configuración de la Política Pública del Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en Bogotá D.C. “De la Disposición Final a la Gestión Integral RCD”. Tesis para optar el Magister en Gobierno y Políticas Públicas. Universidad Externado de Colombia. Colombia. [en línea]. Disponible en: <https://bdigital.uxternado.edu.co/handle/001/1456> [Consultado: 27-02-2021]

Chávez Porras, Á., Guarín Cortes, N. L. y Cortes Duarte, M. C. (2013). Determinación de propiedades físico-químicas de los materiales agregados en muestra de escombros en la ciudad de Bogotá D. C., Revista Universidad de Medellín, 12 (22), pp. 45-58. [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v12n22/v12n22a05.pdf> [Consultado: 25-02-2021]

Cobarrubias Olalde, M. (2018). Gestión de residuos sólidos en Brasil. [en línea]. Disponible en: www.icex.es [Consultado: 10-01-2021]

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). América Latina y el Caribe: Estimaciones y proyecciones de población. [en línea]. Disponibles en: <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa> [Consultado: 17-02-2021]

Crawford, R. H., Mathur, D. y Gerritsen, R. (2017). Barriers to improving the environmental performance of construction waste management in remote communities, Procedia Engineering, 196 (2017), pp. 830-837. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.014> [Consultado: 10-02-2021]

Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA). (2012). Marco normativo para el manejo de escombros de demoliciones y construcciones en la ciudad de Cali. Santiago de Cali.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC. 2021. NTC 6421:2021; Agregados gruesos reciclados para uso en el concreto hidráulico. [en línea]. Disponible en : <https://tienda.icontec.org/gp-agregados-gruesos-reciclados-para-uso-en-el-concreto-hidraulico-ntc6421-2021.html> [Consultado: 20-04-2022]

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC. 2021. NTC 6422:2021; Ensayo de clasificación de los componentes de los agregados gruesos reciclados. [en línea]. Disponible en : <https://tienda.icontec.org/gp-ensayo-de-clasificacion-de-los-componentes-de-los-agregados-gruesos-reciclados-ntc6422-2021.html> [Consultado: 20-04-2022]

Jaimes Santos, R. Y. y Acevedo Pérez, R. B. (2017). Seguimiento a la gestión del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la etapa de excavación de obras viales del IDU. [en línea]. Disponible en: <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/6828/1/170679.pdf> [Consultado: 18-02-2021]

Jiménez Martínez, N. M. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad, Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, 177, pp. 29-56. Doi: 10.17141/letrasverdes.17.2015.1419revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/index [Consultado: 18-02-2021]

Jofra Sora, M. (2016). Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina. [en línea]. Disponible en: https://issuu.com/entmediambient/docs/libret_bogota_baixa [Consultado: 10-01-2021]

Kataguirí, K., Boscov, M. E., Teixeira, C. E. y Angulo, S. C. (2019). Characterization flowchart for assessing the potential reuse of excavation soils in Sao Paulo city. Journal of Cleaner Production, 240 (2019), pp. 1-14. Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118215 [Consultado: 06-07-2021]

Laurent, A., Bakas, I., Clavreul, J., Bernstad, A., Niero, M., Gentil, E., Hauschild, M.Z. y Christensen, T.H. (2014). Review of LCA studies of solid waste management systems--part I: lessons learned and perspectives. Waste Manage, 34 (3), pp. 573 - 588 Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.045> [Consultado: 20-02-2021]

Lopes Lima, P. R., Batista Leite, M. y Quinteiro Ribeiro Santiago, E. (2010). Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW, Waste Management, 30 (2010), pp. 1107–1113. Doi: 10.1016/j.wasman.2010.02.007 [Consultado: 17-06-2021]

Martínez Ussa, Y. R. y Poveda, J. E. (2015). Fabricación de adoquín a partir de un sistema de aprovechamiento de escombros en obra. Tesis para optar por el título de Arquitecto. Universidad la Gran Colombia. Colombia. [en línea] Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3481/Prototipo%20de%20fabricaci%C3%B3n%20de%20adoqu%C3%ADn.pdf?sequence=1> [Consultado: 2-12-2021]

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). República de Colombia Resolución 472 de 2017 “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición -RCD y se dictan otras disposiciones”. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). República de Colombia Resolución 1257 de 2021 “Por la cual se modifica la Resolución 472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones”. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales. (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 Producto N° 2 v1 – Residuos de Construcción y Demolición RCD. [en línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/39327780/MANEJO_DE_RESIDUOS_DE_CONSTRUCCION_Y_DEMOLICION [20-04-2022]

Ministerio de Salud y Ambiente, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2005). Estrategia nacional para la gestión integral de residuos sólidos urbanos – ENGIRSU. Argentina. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/engirsu_-2005.pdf

Nunes, K.R.A. y Mahler, C.F. (2020). Comparison of construction and demolition waste management between Brazil, European Union and USA. *Waste Management & Research*, 38 (4), pp. 415-422. Doi: 10.1177/0734242X20902814 [Consultado: 08-07-2021]

Organización de Naciones Unidas (ONU), Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en países en desarrollo. [en línea]. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html> [Consultado: 20-01-2021].

Organización de Naciones Unidas (ONU), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2018). Perspectiva regional de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá. ISBN: 978-92-807-3715-8.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2017). Estado de salud de la población: Característica de la población y sus tendencias. [en línea]. Disponible en: https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/?post_type=caracteristicas-de-la-poblacion-y-sus-tendencias&lang=fr [Consultado: 26-02-2021]

Pacheco Bustos, C. A., Fuentes Pumarejo, L. G., Sánchez Cotte, É. H. y 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, *Ingeniería y desarrollo*, 35 (2), pp. 533-555. [en línea]. Disponible en: www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00533.pdf [Consultado: 24-02-2021]

Procuraduría General de la Nación, Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. (2003). Informe de Seguimiento Gestión de Residuos Sólidos en Colombia, Bogotá. [en línea]. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=9247&shelfbrowse_itemnumber=9796 [Consultado: 25-02-2021]

Robayo Salazar, R. A., Matthey Centeno, P. E., Silva Urrego, Y. F., Burgo Galindo, D. M. y Delvasto Arjona, S. (2015). Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento, *Tecnura*, 19, (44), pp. 157 - 170. Doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a12 [Consulta: 08-11-2021]

Rodríguez Acuña, J. D. (2020). Algunas disposiciones sobre el manejo de residuos de construcción y demolición en Colombia. [en línea]. Disponible en: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/algunas-disposiciones-sobre-el-manejo-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-en-colombia/> [Consultado: 15-02-2022]

Sánchez Inocencio, Á. (2016) “RCD: Residuos de Construcción y Demolición”, Ingenio y Técnica, 13 de abril. [en línea]. Disponible en: <https://angelsinocencio.com/rcd-residuos-de-construccion-y-demolicion/> [Consultado: 18-02-2021]

Scatolini, F. y de Mello Bandeira, R. A. (2019). Desastres como oportunidade de implementação de políticas de gerenciamento de resíduos de construção e demolição no Brasil: chuvas de Nova Friburgo (RJ), 2011, Engenharia Sanitaria e Ambiental, 25 (5), pp. 739 - 752. Doi: 10.1590/S1413-415220202018053 [Consultado: 28-10-2021]

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2019). Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2018. [en línea]. Disponible en: https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacional_disposicion_final_2019_1.pdf [Consultado: 15-02-2022]

Tapias Mendivelso, J. A. (2017). Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción. Especialización en interventoría y supervisión de la construcción. Universidad Santo Tomas. Colombia. [en línea]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10696> [Consultado: 22-02-2021]

Ulsen, C., Kahn, H, Hawlitsche, k G., Masini, E. A. y Angulo, S. C. (2013). Separability studies of construction and demolition waste recycled sand, Waste Management, 33 (2013), pp. 656–662. Doi: 10.1016/j.wasman.2012.06.018 [Consultado: 17-06-2021]

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe. San José, Costa Rica. [en línea]. Disponible en: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia_de_manejo_de_escombros.pdf [Consultado: 22-02-2021]

Vargas Hernández, M. J. (2019). Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América Y Colombia. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. [en línea] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/21255> [Consultado: 02-12-2021]

Vidal Rainho, C. (2015). Estudio Comparativo de los Sistemas de Gestión de RCDs entre España y Brasil. [en línea]. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14184/VidalRainho_Caroline_TFG_2015.pdf?sequence=2 [Consultado: 20-11-2021]

9. ANEXOS

Anexo 1. Lista de revistas bases de datos Scopus y Web of Science - WOS (Clarivate)

N°	Revista	ISSN	Base de datos	
			Web of Science – WOS (Clarivate)	Scopus
1	Journal of Material Cycles and Waste Management	1438-4957	X	X
2	Journal of the Air & Waste Management Association	1047-3289 1096-2247	X	X
3	Waste and Biomass Valorization	1877-2641	X	X
4	Waste Management	0956-053X	X	X
5	Waste Management & Research	0734-242X	X	X
6	Biofuels	1759-7269		X
7	Recycling	2313-4321		X
8	Sustainable Materials and Technologies	2214-9937		X
9	Journal of Sustainable Cement-Based Materials	2165-0373		X
10	Journal of Environmental Chemical Engineering	2213-3437		X
11	Science of the Total Environment	0048-9697		X
12	International Journal of Environment and Waste Management	1478-9876		X
13	Environmental Science and Technology Letters	2328-8930		X
14	Resources, Conservation and Recycling	0921-3449		X
15	MSW Management	1053-7899		X
16	Journal of Solid Waste Technology and Management	1088-1697		X
17	Engenharia Sanitaria e Ambiental	1413-4152		X
18	Environmental Engineering Science	1092-8758		X
19	Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management	1747-6526	X	X
20	Materiales de Construcción	0465-2746	X	X
21	Case Studies in Construction Materials	2214-5095	X	X
22	Construction and Building Materials	0950-0618	X	X
23	Journal of Sustainable Cement-Based Materials	2165-0373	X	X

Anexo 2. Cadena de búsqueda para Scopus

ALL (("construction and demolition and waste") OR ("CDW")) AND (("latin america") OR ("Colombia") OR ("Brazil") OR ("Argentina") OR ("Mexico")) AND (("LCA" AND "life cycle analysis") OR ("management") OR ("characterization")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2010)) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE"))

Anexo 3. Cadena de búsqueda para Web of Science – WOS (Clarivate)

TS=((("construction and demolition and waste") OR ("CDW")) AND (("LCA" AND "life cycle analysis") OR ("management") OR ("characterization"))) AND CU=((("latin america") OR ("Colombia") OR ("Brazil") OR ("Argentina") OR ("Mexico")))

Índices=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI Período de tiempo=2010-2020

Anexo 4. Artículos seleccionados de las revistas indexadas en Scopus y Web of Science – WOS (Clarivate)

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
1	Waste Management	2010	Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW	Lopes <i>et al.</i> , (2010)	Dos tipos de áridos reciclados, originados a partir de residuos de construcción y demolición (RCD) y residuos de etileno acetato de vinilo (EVA), se utilizaron en la producción de hormigón. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del uso de estos áridos reciclados como reemplazos del agregado grueso natural, según densidad, resistencia a la compresión, resistencia a la división por tracción y comportamiento a la flexión del hormigón reciclado. Los resultados demostraron que es posible utilizar los residuos de EVA y RCD para producir hormigón ligero que tiene propiedades semiestructurales.		X	N/A	N/A
2	Waste Management	2013	Separability studies of construction and demolition waste recycled sand	Ulsen <i>et al.</i> , (2013)	Este artículo se centra en estudios de laboratorio de separabilidad de minerales para eliminar partículas con un alto contenido de pasta de cemento a partir de partículas de áridos finos naturales (cuarzo/feldespatos). El procedimiento logró el procesamiento de RCD mediante trituración de impacto terciario para producir arena, seguido de tamizado, estudios de densidad y de posibilidad de separación magnética. Los resultados obtenidos confirmaron que ambos métodos fueron efectivos en la reducción del contenido de pasta cemento y que produce una recuperación de masa significativa (80% para la concentración de densidad y 60% para la separación magnética). La producción de arena reciclada contribuye a la sostenibilidad de la construcción medio ambiente al reducir tanto el consumo de materias primas como la eliminación de CDW, particularmente		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					en grandes centros brasileños con poca cantidad de arena y costos crecientes de este material debido a las largas distancias de transporte.				
3	Waste Management	2015	Comminution and sizing processes of concrete block waste as recycled aggregates	Gomes <i>et al.</i> , (2015)	Debido al impacto ambiental de los residuos de construcción y demolición (RCD), el reciclaje es obligatorio. También es importante que los agregados de hormigón reciclado (RCA) se utilicen en el hormigón para satisfacer las demandas del mercado. En la literatura, se ha investigado la influencia de los ARC sobre el hormigón, pero se han realizado estudios muy limitados sobre cómo el origen de los residuos de hormigón y los procesos de trituración influyen en las características de RCA. Este artículo tiene como objetivo investigar la influencia de tres procesos diferentes de trituración y dimensionamiento (cribado simple, triturado y molienda) sobre la composición, forma y características de porosidad de RCA obtenido a partir de residuos de bloques de hormigón.		X	N/A	N/A
4	Journal of Cleaner Production	2018	Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective	Akhtar y Sarmah (2018)	La producción de hormigón y la generación de residuos de construcción y demolición son algunos de los principales factores que contribuyen a la constante emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. El principal objetivo de esta revisión es presentar el estado de la generación de residuos de construcción y demolición en todo el mundo y, posteriormente, revisión crítica de los estudios realizados para mejorar las propiedades del hormigón agregado reciclado a través de diferentes materiales complementarios.		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
5	Resources, Conservation and Recycling	2019	Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018	Jina <i>et al.</i> , (2019)	Se hizo un análisis de 370 artículos, con la finalidad de determinar las tendencias en la investigación sobre la gestión de RCD, los autores, países y revistas más influyentes y activos en la investigación concerniente a estos residuos, para ello se usó una ventana de observación de 10 años (2009 - 2018). El análisis de palabras clave reveló los temas de investigación emergentes, como BIM, construcción prefabricada, Big Data y Economía circular. Proporcionando el panorama general de las últimas investigaciones en gestión de residuos C&D desde 2009, el documento sirve como una guía multidisciplinaria para profesionales e investigadores para vincular las áreas de investigación actuales con las tendencias futuras.				
6	Waste Management & Research	2020	Demolished concretes recycling by the use of pneumatic jigs	Hoffmann <i>et al.</i> , (2021)	Alrededor del mundo se generan grandes cantidades de RCD anualmente y parte de estos residuos son procesados en plantas para luego ser utilizados como agregados para concretos de baja resistencia, subbase en carreteras y rellenos sanitarios entre otras aplicaciones de bajo valor agregado. En el caso donde estos fueran utilizados como agregados gruesos en hormigón estructural los RCD deben presentar altas densidades y regularidad del material. Este material suele presentarse en hormigones demolidos.	X		1	*Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study)
7	Construction and Building Materials	2014	Alternative processing procedures for recycled aggregates in structural concrete	Pepe <i>et al.</i> , (2014)	La investigación busca demostrar la viabilidad del "hormigón ecológico" para uso estructural, caracterizado por una significativa sustitución de áridos naturales por reciclados, que se producen a partir del procesamiento de residuos de demolición de la construcción (RCD). En especial se exploró		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					procedimientos alternativos de procesamiento y su influencia en las propiedades físicas y mecánicas relevantes de los agregados y mezclas de concretos resultantes.				
8	Engenharia Sanitaria e Ambiental	2015	Modelo dinâmico de sistemas para o gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Porto Alegre: estudo de caso	Walteros et al., (2015)	Consistió en un modelo dinámico haciendo uso del programa computacional Stella con el estudio de material reciclado a partir de escombros para la fabricación de bloques de hormigón no estructural. Este modelo permitió hacer la identificación de variables críticas en el proceso productivo que pueden contribuir en el cumplimiento normativo sobre la reutilización de RCD. Se demostró que el uso de RCD es una alternativo socioambiental viable con alto potencial económico.		X	N/A	N/A
9	Journal of Cleaner Production	2019	Characterization flowchart for assessing the potential reuse of excavation soils in Sao Paulo city	Kataguirí et al., (2019)	En este estudio, evalúa algunas estrategias de reutilización de suelos excavados, a partir de un estudio de caracterización geotécnico-ambiental realizado con muestras de un relleno sanitario de residuos de construcción y demolición (RCD) "inerte" en la ciudad de Sao Paulo. Limitando la aplicación geotécnica a aplicaciones donde el material se encuentra confinada (relleno de zanjas, muros de contención, etc.) debido a la pérdida de carga de los materiales. También se evalúa el uso de RCD como materiales de refuerzo de subbases de pavimentos de carreteras.		X	N/A	N/A
10	Waste Management & Research	2020	Comparison of construction and demolition waste management between	Nunes y Mahler (2020)	Este trabajo tiene como objetivo presentar diagnósticos de la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil, la Unión Europea y Estados Unidos y comparar sus resultados. Se concluyó que		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
			Brazil, European Union and USA		Brasil presenta indicadores de desempeño en relación con la gestión de residuos de construcción y demolición muy por debajo de los encontrados para el resto de los países analizados. Además, se identificaron diferencias y similitudes; también se realizó una discusión de los potenciales de mejora en la situación actual de los residuos de construcción y demolición en Brasil.				
11	Construction and Building Materials	2012	Evaluation of different digital image processing software for aggregates and hot mix asphalt characterizations	Bessa <i>et al.</i> , (2012)	El rendimiento del pavimento de asfalto está relacionado con el diseño y la construcción de capas duraderas, que requieren adecuada selección de materiales. Se han desarrollado varios estudios sobre la caracterización de agregados y estructura interna de mezcla de asfalto en caliente (HMA) mediante procesamiento de imagen digital (DIP). Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar tres agregados diferentes: granítico, escoria de acero y residuos de construcción y demolición (CDW), y estructura interna de HMA compuesta por aquellos agregados con diferentes gradaciones. Los agregados también se evaluaron con respecto al porcentaje y redondez de partículas planas y alargadas. Las mezclas se analizaron con respecto al número de puntos de contacto entre los agregados, la orientación de las partículas y el potencial de segregación. Los resultados para diferente software muestran que el uso de DIP conduce a resultados más completos y precisos. Los materiales alternativos investigados funcionaron bien en términos de especificaciones superpavimento y caracterización mecánica HMA.		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
12	Waste Management & Research	2016	Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment: A case study in Brazil	Santos <i>et al.</i> , (2016)	Brasil, como resultado del desarrollo económico y el fortalecimiento de la industria de la construcción en los últimos años, está generando una creciente cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD). Por lo tanto, la evaluación ambiental de los sistemas de gestión es vital. Se presenta una evaluación del ciclo de vida (ACV) de la gestión de los RCD en un municipio de tamaño mediano ubicado en la región sureste de Brasil, donde no se consideraron los impactos de la lixiviación debido a la ausencia de datos consistentes. Se han considerado seis escenarios diferentes propuestos para la situación actual de gestión de RCD. Estos escenarios comprendieron el uso combinado de vertido, clasificación y reciclaje, y el uso de RCD como material de pavimentación de caminos de relleno sanitario, en diferentes porcentajes. Los resultados destacan que el reciclaje es beneficioso cuando la clasificación de RCD eficiente se lleva a cabo en los sitios de construcción, evitando el transporte de basura a las instalaciones de clasificación y reciclaje, y la distancia entre la fuente de generación y la unidad de reciclaje está dentro de los 30 km. Así, nuestros resultados son útiles para asegurar que los procesos de toma de decisiones se basen en aspectos ambientales y técnicos, y no solo en factores económicos y políticos, y también proporcionan datos y apoyo para otros estudios de LCA sobre CDW.		X	N/A	N/A
13	Construction and Building Materials	2016	Recycling of construction and demolition waste for	Contreras <i>et al.</i> , (2016)	Los residuos de construcción y demolición corresponden al 50% de todos los residuos sólidos urbanos, habitualmente se vierten en lugares		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
			producing new construction material (Brazil case-study)		inadecuados. Este trabajo reutiliza este desperdicio como sustituto del agregado natural para producir ladrillos. Se utilizaron cal y cemento como aglutinantes y se prensaron con una prensa hidráulica uniaxial. Luego de 21 días de curado sometidos a pruebas de compresión, las sondas presentaron una resistencia promedio mayor a 4 MPa, que es más alto que los estándares. También se determinaron la absorción de agua, la porosidad aparente y la densidad. Los resultados muestran que es posible producir ladrillos de bajo costo con excelentes propiedades físicas utilizando CDW como agregado y cal o cemento como aditivo.				
14	Engenharia Sanitaria e Ambiental	2019	Desastres como oportunidade de implementação de políticas de gerenciamento de resíduos de construção e demolição no Brasil: chuvas de Nova Friburgo (RJ), 2011	Scatolini y de Mello (2019)	Los desastres naturales a menudo implican múltiples esfuerzos en las fases de respuesta y resiliencia. Uno de los retos que se presentan en estas ocasiones es el de la reutilización de residuos, compuestos mayoritariamente por residuos sólidos con un bajo nivel de contaminación, pero de escaso interés comercial, debido a las dificultades que entraña su recogida y segregación. La Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) en Brasil se presenta y comenta, así como los principales estándares y tecnologías para el tratamiento de RCD, que existen desde hace dos décadas, pero solo recientemente se han ofrecido a través de máquinas más pequeñas en tamaño, escala de procesamiento y consumo de energía, lo que permite el tratamiento de estos residuos también en situaciones de emergencia. Se concluye que se está desperdiciando una gran oportunidad, también para reducir el estrés		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
15	Engenharia Sanitaria e Ambiental	2011	Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE	Dias <i>et al.</i> , (2011)	postraumático, tanto por las comunidades afectadas y por quienes planifican o llevan a cabo acciones de respuesta y resiliencia post-desastre natural.				
					Durante 12 meses se recopiló información de las empresas recolectoras y del ayuntamiento, como la cantidad y precio por metro cúbico de los escombros recolectados y el destino que se les asignó. También se recolectaron muestras de desechos de construcción y demolición en sitios de disposición con licencia municipal. Los resultados muestran que los sitios licenciados reciben un promedio de 702 toneladas, y la composición de estos residuos de construcción y demolición es en promedio, 65% de residuos de mortero, hormigón y material cerámico. También se constató que gran parte de este tipo de residuos se elimina ilegalmente, con los dos principales rellenos sanitarios irregulares que cubren un área de aproximadamente 26 hectáreas.		X	N/A	N/A
16	Engenharia Sanitaria e Ambiental	2019	Avaliação do ciclo de vida do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da Região Metropolitana de Campinas	Peixoto y Santos (2019)	La ausencia o ineficiencia de los Sistemas de Gestión Municipal de Residuos de Construcción Civil (SMGRCCs) pueden causar impactos cuestiones ambientales, que necesitan ser evaluadas sistemáticamente, teniendo en cuenta la realidad local. Existen pocos estudios sobre la cuantificación de los impactos ambientales relacionados con la gestión de los residuos de la construcción civil (RCCs), por ello, se evaluó el desempeño ambiental de los SMGRCC de los municipios de la Región Área Metropolitana de Campinas (RMC), a partir de la metodología de evaluación ciclo de vida (ACV).				
							X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
17	Materiales de Construcción	2020	Evaluation of the physical-mechanical properties of cement-lime based masonry mortars produced with mixed recycled aggregates	Ferreiraa <i>et al.</i> , (2020)	Se investigó los efectos físico-mecánicos de morteros de cemento y cal que contienen áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD). Reemplazando el agregado natural por agregado reciclado mixto (MRA) obtenido de la trituración de RCD. La incorporación de MRA mejoró la mayoría de las propiedades físico-mecánicas de los morteros ensayados, excepto densidad aparente endurecido, absorción de agua y porosidad. A largo plazo, las resistencias mecánicas aumentaron significativamente en todas las composiciones, especialmente en aquellas con mayores porcentajes de MRA. Los resultados obtenidos mostraron que el uso de MRA en morteros de albañilería es una alternativa para reducir la generación de residuos y el consumo de recursos naturales.		X	N/A	N/A
18	Journal of Cleaner Production	2017	Material flow analysis of the residential building stock at the city of Rio de Janeiro	Condeixa <i>et al.</i> , (2017)	El uso extensivo de materiales en las existencias de construcción contribuye a la escasez de recursos naturales y los impactos de los residuos de construcción y demolición (RCD). Por lo tanto, la preocupación por el uso eficiente de la gestión de materiales y RCD hizo que varios países realizaran mapeo, análisis y desempeño mejora en las actividades relacionadas con RCD utilizando Material Flow Analysis (MFA). La ciudad de Río de Janeiro tuvo un alto desarrollo urbano y crecimiento del parque inmobiliario desde principios del siglo pasado, en que no se ha documentado la cantidad de material consumido. Los tipos de edificios se modelaron a partir de los diseños de edificios típicos de Brasil. Un análisis del desarrollo urbano apoyó la estimación de la edad		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					de los edificios y su vida útil restante mientras las normas nacionales apoyaron el tiempo de reemplazo de los elementos de construcción durante la fase de uso.				

Anexo 5. Artículos recuperados de Scielo, Dialnet y Redalyc

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
1	-	2018	Evaluación de la gestión de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Córdoba	Capdevila <i>et al.</i> , (2018)	La generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) está íntimamente ligada a la actividad del sector de la construcción, como consecuencia de la demolición de edificios e infraestructura que han quedado obsoletos, así como de la construcción de obras nuevas. Este proceso debería permitir establecer la trazabilidad de los RCD, desde su origen hasta su eliminación final. En la ciudad de Córdoba, la actividad de la construcción y demolición de obras de arquitectura está regulada por el municipio, a través de sus órganos de gobierno. En la actualidad, el municipio de Córdoba sólo exige determinar el tipo, volumen, transporte y destino final de los RCD, en los casos de demolición total, no existiendo ningún tipo de normativa para otras situaciones. Se analizaron una serie de indicadores que permiten evaluar la gestión de los RCD, por parte de actores privados, mediante encuestas realizadas a empresas del medio de la construcción en la ciudad de Córdoba. En este		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					sentido, los resultados ponen de manifiesto que la mayoría de las empresas consultadas no realiza ningún tipo de gestión de los RCD que genera, mostrando una escasa o nula planificación sobre los mismos. No obstante, las mismas consideran importante gestionar los residuos, lo que proporciona un universo permeable a la posibilidad de legislar sobre la materia.				
2	Gestión y Ambiente	2012	Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia	Acevedo <i>et al.</i> , (2012)	La construcción, además de ser indispensable para el desarrollo de la sociedad, es también uno de los principales responsables de la generación de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso considerable de energía. Estas razones no le permiten ser indiferente a la actual problemática ambiental. Se presenta a manera de diagnóstico la situación actual del sector de la construcción en Colombia, en relación con el impacto ambiental que genera. Para ello, expone un contexto general de la construcción en relación con su impacto ambiental, hace un recorrido cronológico a través de las prácticas y estrategias que, tanto históricamente como en la actualidad, contribuyen a la disminución del impacto ambiental y, por último, presenta los resultados de una encuesta realizada a una muestra representativa de empresas constructoras del Valle de Aburrá, Antioquia, donde se indagan aspectos referentes al concepto que se tiene de la construcción sostenible y de las acciones que la empresa desarrolla en torno al tema ambiental.		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
3	Revista internacional de contaminación ambiental	2016	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN IBEROAMERICA	Bovea <i>et al.</i> , (2016)	La metodología de Análisis de Ciclo de Vida es la técnica más adecuada para evaluar el desempeño medioambiental de los sistemas de gestión de residuos sólidos. Durante los últimos años, se ha ido extendiendo su implementación en diferentes países iberoamericanos. Se presenta cinco experiencias de aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida para evaluar el comportamiento ambiental de: un sistema de recogida selectiva de residuos domiciliarios en España; un sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y específicamente terminales de telefonía móvil en México; un sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en Argentina; la incorporación de recogida selectiva en un sistema de gestión de residuos domiciliarios en Brasil; y finalmente, un sistema de gestión de residuos domiciliarios en Colombia. Para cada uno de los casos de aplicación se ha conformado un inventario, identificándose como principal hándicap, la falta de datos de inventario en bases de datos comerciales adaptados a diferentes países, a diferentes fracciones y a diferentes tratamientos de gestión de residuos. Para ello, para modelar los inventarios se ha realizado una combinación de datos primarios y secundarios. Finalmente, se ha obtenido la contribución al impacto de las diferentes etapas que conforman el ciclo de vida de cada sistema de gestión de residuos, sirviendo los resultados obtenidos como		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					punto de partida para la selección e implantación de medidas que favorezcan la mejora ambiental de los sistemas de gestión de residuos.				
4	-		ESTUDIO COMPARATIVO EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BRASIL Y COLOMBIA	Guarín <i>et al.</i> , (n.d.)	La construcción de proyectos de vivienda es una de las actividades económicas más rentables en muchos países y la presencia de escombros es un factor común e inevitable. Se considera un problema ambiental y social para las ciudades, cuando los proyectos de infraestructura reflejan ausencia de gestión, control y correctivas, además de poca sensibilización. En la ciudad de Bogotá D.C. los procesos de expansión y desarrollo urbano, crecimiento demográfico, generaron en el año 2011, un volumen aproximado de escombros (denominados Residuos de Construcción y Demolición – RCD) de 13 millones de t/año. El panorama internacional, específicamente de los países industrializados, presenta el reciclaje y reúso de toda clase de residuos, incluyendo los RCD, como el principal objetivo de los planes estratégicos, dirigidos a un manejo sostenible integral de los recursos; sin embargo, en países como Colombia, estas actividades son enfocadas primeramente a los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD). Teniendo en cuenta las tendencias del sector de la construcción y estimando que los residuos pueden ser aprovechados en sistemas productivos que permitan su procesamiento, para ser usados nuevamente como materias primas de otros procesos industriales; se presenta un análisis bibliográfico de experiencias internacionales y nacionales, así como también la		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					comparación de los diferentes tratamientos aplicados a la reducción, reúso y reciclaje los RCD en Latinoamérica, principalmente en los países de Brasil y Colombia.				
5	Gestión y Ambiente	2018	Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia)	Suárez <i>et al.</i> , (2018)	La gestión de los residuos es un tema de vital importancia a tener en cuenta en las políticas y planes de desarrollo de una localidad. Una de las condiciones necesarias para implementar la buena gestión de los residuos es un estudio preliminar o diagnóstico sobre la generación de estos en la zona. En este artículo se presenta, a modo de diagnóstico, la gestión actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la ciudad de Ibagué (Colombia) y se analizan sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Para llevar a cabo el estudio, además de la revisión bibliográfica, se estableció contacto directo con 56 empresas constructoras localizadas en Ibagué. Adicionalmente se visitaron organismos institucionales, escombreras y plantas de tratamiento de metal. Por la información y datos obtenidos, se observó que las empresas presentan poco conocimiento sobre la problemática asociada a los RCD y sus diferentes sistemas de gestión. Se encontró también que los residuos producidos en las actividades constructivas son generalmente tierras de excavación, depositadas en el vertedero por la mayoría de las empresas analizadas.		X	N/A	N/A
6	Letras Verdes.	2015	La gestión integral de residuos sólidos	Jiménez (2015)	A partir de una caracterización de la gestión integral, tanto en términos cuantitativos como de estrategia de		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
	Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales		urbanos en México: entre la intención y la realidad		política pública, se presenta un marco de referencia que permite juzgar el estado actual de la implementación de la gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en México. El artículo señala que ésta continúa siendo una tarea pendiente por el desafío que el manejo de residuos implica y por la condición deficitaria en términos de infraestructura que caracteriza a los municipios mexicanos. También porque la implementación del llamado modelo de sustentabilidad de los residuos ha provocado diferencias territoriales significativas, por zonas geográficas y tamaños de localidad, que apuntan hacia la construcción de una nueva geografía, generada por la crisis ambiental relacionada con el manejo que reciben los residuos sólidos en el país.				
7	Ingeniería y desarrollo	2017	Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión	Pacheco <i>et al.</i> , (2017)	En los últimos años ha crecido significativamente la construcción en la ciudad de Barranquilla, lo cual ha generado que los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) se hayan convertido en un problema ambiental, puesto que, debido a su cantidad y disposición inadecuada, se han configurado en focos de contaminación de suelos y aguas superficiales. Este problema no es solo local, sino mundial, por lo que diferentes países han tomado medidas para una adecuada gestión integral de los residuos generados en obra. Algunos de los ejemplos de esta adecuada gestión son: reincorporación de RCD en procesos constructivos, reúso o aprovechamiento de RCD como materias primas, procesamiento de RCD para ser convertidos en agregados minerales para concretos y asfaltos o		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					aprovechamiento de RCD como llenantes minerales. Por eso, en este artículo se presentan los resultados de un estudio realizado a 75 obras localizadas en las diferentes zonas de la ciudad de Barranquilla, en donde se realizaron encuestas en temas de manejo, tratamiento y disposición final, al tiempo que se indagó sobre el conocimiento de la legislación local para el manejo de los RCD. A partir de los resultados obtenidos, se identificó que las prácticas de gestión de RCD que actualmente el gremio de la construcción está llevando a cabo no son las adecuadas y como solución se plantea una propuesta de mejora para el modelo de gestión (involucrando aprovechamiento y transformación) con el propósito de que sea implementado en la ciudad en los siguientes años.				
8	Lámpsakos	2018	Manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio Guamo, Tolima	Pinzón y Cortes (2018)	Al igual que la totalidad del territorio colombiano, el municipio de Guamo debe responder a la normatividad establecida como marco jurídico para el desarrollo de la cotidianidad del ciudadano y las relaciones que establece entre sí y con su entorno natural. La resolución 472 de 28 de febrero de 2017, emitida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, aplica para todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan residuos de construcción y demolición (RCD) de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional, al igual que brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los mismos		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					Con base en los principios regulativos contenidos en este acuerdo, se estructura un instrumento para ser respondido por los encargados de las obras de construcción, con la finalidad de identificar las prácticas con las cuales se manejan los RCD, información que podrá ser incorporada en programas educativos que permitan crear una cultura ambiental en torno a las actividades constructivas en procura de alcanzar un entorno sustentable.				
9	Tecnura	2015	Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento	Robayo <i>et al.</i> , (2015)	El número de obras de construcción, remodelación y demolición en las ciudades colombianas aumenta de manera constante como consecuencia del crecimiento y desarrollo socioeconómico de la población urbana. Sin embargo, estas prácticas generan grandes volúmenes de residuos que en la actualidad se han convertido en un problema de contaminación ambiental en ciudades como Cali (Colombia). La búsqueda de soluciones integrales que permitan un adecuado manejo, gestión y aprovechamiento de los diferentes materiales que componen los residuos de la construcción y demolición (RCD) era impensable hace algunas décadas. No obstante, hoy día es un desafío apremiante para los diferentes sectores de la sociedad que deben encaminar esfuerzos para encontrar soluciones. En este sentido, se presenta un análisis sobre la situación actual alrededor de este tema en la ciudad mencionada y propone la generación de acciones de acuerdo con las oportunidades y retos necesarios para alcanzar una gestión total de los RCD.		X	N/A	N/A

N°	Revista	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
10	Producción + Limpia	2016	Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico	Carvajal y Carmona (2016)	Se presenta una metodología para la elaboración de proyectos en el área de gestión de RCD en el contexto colombiano.		X	N/A	N/A
11	Revista Ingenierías Universidad de Medellín	2013	DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS MATERIALES AGREGADOS EN MUESTRA DE ESCOMBROS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.	Chávez et al., (2013)	Con la implementación de operaciones unitarias apoyadas en ensayos de laboratorios y evaluando propiedades físico-químicas, se concertó en la necesidad de adoptar estrategias dirigidas a la reducción, reúso y reciclaje de los escombros en la ciudad de Bogotá D. C. Lo anterior permite aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios del área, reducir la explotación de los recursos naturales y la indiscriminada disposición en lugares no autorizados. Con una muestra local, este estudio identificó las características como: granulometría; absorción; porosidad; resistencia a la compresión; pH; carbono orgánico total; metales pesados y elementos menores. Resultados de experiencias, nacionales e internacionales, se compararon con esta y se concluyó que los componentes de estos agregados tienen semejanza a los obtenidos de forma natural; ya que poseen alto potencial para ser utilizados en componentes de construcción civil sin función estructural, y cumplen con las especificaciones de las Normas Técnicas Colombianas - NTC.		X	N/A	N/A

Anexo 6. Tesis recuperadas de Google Scholar

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
1	Tesis y trabajos de grado	2013	Evaluación de la factibilidad de obtención de argamasa a partir del aprovechamiento de ladrillo y mortero contenidos en escombros.	Acevedo (2013)	Se evaluó la factibilidad de obtención de un mortero de revestimiento denominado argamasa, a partir del aprovechamiento de residuos de ladrillo y mortero contenidos en escombros, como búsqueda de una opción para mitigar los impactos ambientales derivados tanto de la explotación de recursos naturales para la fabricación de materiales de construcción, así como los derivados del transporte, manejo y disposición inadecuada de residuos de construcción y demolición en las ciudades en desarrollo y crecimiento.		X		N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
2	Tesis y trabajos de grado	2017	Seguimiento a la gestión del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la etapa de excavación de obras viales del IDU	Jaimes y Acevedo (2017)	El aumento de obras de construcción, remodelación y demolición en las ciudades es representativo y aún más en la ciudad de Bogotá, donde el urbanismo y el crecimiento poblacional es acelerado como consecuencia del incremento y desarrollo socioeconómico de su población. Uno de los problemas cogenerados en la situación planteada es la generación de RCD, el cual empeora por la inapropiada gestión, control, aprovechamiento y la incorrecta disposición final de los mismos. También, por el mínimo uso potencial y reincorporación al ciclo de vida en las cadenas productivas de estos residuos, provocando impactos socio-ambientales y económicos. La presente monografía recopila información y presenta un análisis sobre la situación actual en la ciudad de Bogotá por la construcción de mega obras públicas lideradas por el IDU; Se realiza cuantificación, caracterización y clasificación de los residuos generados In Situ, en obras ejecutadas entre los años 2015 y 2016, y se analiza el área de influencia apoyado de las características geotécnicas de las zonas geológicas de la ciudad.		X	N/A	N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
3	Tesis y trabajos de grado	2015	Estudio Comparativo de los Sistemas de Gestión de RCDs entre España y Brasil.	Vidal (2015)	Se realizó un estudio sobre la gestión de los residuos de construcción y demolición, generados en España y en Brasil. Se recopiló y examinó normativas a nivel europeo, estatal y a nivel federal y municipal. Se clasificaron los RCD; de los distintos agentes que intervienen y los distintos métodos de tratamiento. También se exponen los trámites que los productores tienen que formalizar para acometer una correcta gestión de los residuos. Y finalmente se comparan ambos sistemas punto a punto, enfatizando las fortalezas y las debilidades de ambos.		X	N/A	N/A
4	Tesis y trabajos de grado	2017	MODELOS IMPLEMENTADOS EN EL MANEJO, TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LATINOAMÉRICA. (ESTADO DEL ARTE)	Cantor y Mateus (2017)	La construcción es una de las actividades económicas más importantes para el desarrollo de los países. Este sector ha crecido notablemente en las últimas décadas a causa de los procesos de expansión, desarrollo urbano y crecimiento demográfico. Sin embargo, una consecuencia negativa es la generación de material sobrante en la etapa constructiva de obras, conocido como residuos de construcción y demolición RCD, cuando no se efectúa la gestión necesaria, se convierte en una complicación ambiental y social dado que gran parte de los RCD se pueden procesar y aprovechar como materia prima para suministro en obras. Se presenta el estado del arte en torno a la gestión de los RCD.		X	N/A	N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
5	Tesis y trabajos de grado	2017	INCIDENCIA DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN DENTRO DE LOS COSTOS TOTALES DE UNA TIPOLOGIA DE VIVIENDA AGRUPADA EN ALTURA EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA.	Abud (2017)	La falta de implementación de políticas públicas; así como, el creciente desarrollo urbano en conjunto con la falta de Gestión Integrada de los Residuos Sólidos Urbanos y las problemáticas derivadas asociadas a sanidad pública, recursos energéticos, recursos no renovables y la necesidad de suelo para su acopio, enterramiento y tratamiento, son alguno de las problemáticas asociadas al crecimiento de las ciudades. El problema ambiental que plantean los RCD se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. A la insuficiente prevención en la generación de residuos en su origen hay que sumarle el escaso y casi nulo reciclado de los volúmenes generados		X	N/A	N/A
6	Tesis y trabajos de grado	2011	DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.	Escandón (2011)	La problemática ambiental relacionada con la gestión de los RCD en la ciudad de Bogotá está asociada a la falta de control por parte de las entidades ambientales; a pesar de la existencia de normativa específica dirigida a la gestión de dichos residuos.		X	N/A	N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
7	Tesis y trabajos de grado	2016	Identificación de alternativas para la gestión, manejo y aprovechamiento de los residuos de la construcción y la demolición generados en los procesos urbanísticos y obras de infraestructura en el Municipio de Rionegro, Antioquia.	Durán y Garzón (2016)	La creciente oferta de proyectos inmobiliarios y obras de infraestructura ha incidido significativamente en la generación desmedida de residuos de construcción y demolición, trayendo consigo afectaciones ambientales como ocupación de áreas de espacio público, zonas verdes, proliferación de vectores y alteración del paisaje, entre otros. El municipio de Río Negro no cuenta con sitios adecuados técnicamente para la disposición adecuada de RCD; lo cual incrementa las problemáticas asociadas a la inadecuada gestión de estos residuos aunado a la ausencia de control por parte del estado; por ello se evaluó la situación actual del manejo de RCD en el municipio de Río Negro - Antioquia.		X	N/A	N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
8	Tesis y trabajos de grado	2018	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.	Villalba <i>et al.</i> , (2018)	Los residuos de construcción y demolición (RCD) son materiales de desecho, generados en la construcción, demolición y remodelación de edificios, obras civiles y espacios públicos. Estos se consideran desechos, aprovechables y no aprovechables, y tienen una alta susceptibilidad de ser explotados para la transformación y reincorporación como materia prima de agregados en la fabricación de nuevos productos, los cuales generan beneficios económicos y ambientales. Para dar cumplimiento a lo anterior, el Distrito ha dirigido esfuerzos y recursos con el objetivo de mejorar la gestión de RCD, incorporando reglas y regulaciones. Como la resolución 541 de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente mediante la cual regula la carga, descarga, transporte, almacenamiento y disposición final de basura, materiales, elementos, concreto y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, Excavación de suelo y subsuelo.		X	N/A	N/A
9	Tesis y trabajos de grado	2018	Configuración de la Política Pública del Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en Bogotá D.C. “De la Disposición Final a la Gestión Integral RCD” 2010 – 2016.	Cerchiaro (2018)	Se analizó desde el punto de vista académico de las políticas públicas, los factores que han llevado a los cambios en las políticas de gestión de Los Residuos de Construcción y Demolición – RCD. La necesidad de una adecuada gestión de los RCD a nivel mundial es impulsada por una concientización de los impactos negativos sobre el ambiente producto de los modelos de urbanización, industrialización y consumo del siglo XX, y en los cuales los residuos sólo se pensaban en términos de su disposición final.		X	N/A	N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
10	Tesis y trabajos de grado	2018	APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS EN COLIMA VILLA DE ÁLVAREZ	Díaz (2018)	El uso de concreto reciclado producto de la demolición de concretos y desperdicios de obra demostró ser factible como agregado para la elaboración de concreto ya que en las pruebas realizadas se obtuvieron características similares que los concretos comunes elaborados con agregados vírgenes, por lo que, se logró dar una nueva perspectiva diferente de la valoración hacia los desperdicios de construcción y demolición reduciendo el impacto ambiental en la obtención del agregado virgen, logrando con esto un ahorro económico al desarrollador y al usuario final.		X	N/A	N/A
11	Tesis y trabajos de grado	2016	Alternativa para el manejo de residuos de construcción generados por los puntos de arrojo clandestino en el perímetro urbano de Bogotá y su aprovechamiento para la restauración en áreas intervenidas por la minería	Ospina y Castro (2016)	La industria de la construcción juega un papel de gran importancia en la economía de Colombia; dado que está directamente relacionada con el desarrollo y crecimiento. Sin embargo, esta industria genera riesgos para el medio ambiente, ya que exige un gran consumo de recursos naturales y genera grandes volúmenes de RCD.		X	N/A	N/A

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
12	Tesis y trabajos de grado	2015	Fabricación de adoquín a partir de un sistema de aprovechamiento de escombros en obra	Martínez y Poveda (2015)	El tema central de la investigación es el reciclaje, clasificación, y posterior reutilización de los residuos de construcción y Demolición (RCD), para la elaboración de un prototipo de adoquín que funcione dentro de un proyecto arquitectónico como un elemento no estructural, cumpliendo con los requisitos mínimos tomando como base la normatividad vigente como es la a Norma Técnica Colombiana (NTC 2017), las cuales dará las pautas de resistencia y demás propiedades con las que debe cumplir tal elemento. El desafío será implementar un sistema de aprovechamiento dentro de la obra sin entorpecer tareas paralelas, en donde se puedan realizar la mezcla de escombros, aglutinantes y aditivos para la elaboración de un prototipo de adoquín que cumpla con las con las condiciones físicas optimas de resistencia, durabilidad e impermeabilidad, y que al mismo tiempo sea de fácil elaboración para posteriormente ser utilizado en vías de paso peatonal, franjas divisorias de espacios y zonas comunales etc.		X	N/A	N/A
13	Tesis y trabajos de grado	2019	Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América Y Colombia.	Vargas (2019)	La construcción es uno de los sectores más importantes y uno de los mayores consumidores de materiales que generan residuos, los cuales en su mayoría no son reciclables o reaprovechables, es por esto por lo que se quiere dar a conocer como en distintos países se han generado cambios y creado tecnologías nuevas para que estos residuos se vuelvan más amigables para el medio ambiente, lo cual se verá reflejado en reducción de costos.		X	N/A	N/A

14	Tesis y trabajos de grado	2011	Caracterização e separabilidade de agregados miúdos produzidos a partir de resíduos de construção e demolição	Ulsen (2011)	La demanda actual por el uso de materiales reciclados en la construcción se debe al creciente consumo de áridos, al agotamiento de los depósitos próximos a los grandes núcleos ya la prohibición de depositar residuos inertes en rellenos sanitarios. Paralelamente, con el evidente crecimiento del sector de la construcción en muchos países, la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) se ha convertido en un tema económico y ambiental prioritario. Para la sostenibilidad del entorno construido, es esencial desarrollar nuevas aplicaciones para el agregado reciclado, con el objetivo de aumentar las tasas de reciclaje. Sin embargo, la situación de la fracción arena RCD es crítica, ya que a pesar de representar del 40 al 60% en masa del residuo, se desecha como residuo del propio reciclado o se utiliza en aplicaciones de bajo valor añadido. En ese contexto, el objetivo de este trabajo es estudiar alternativas para la producción de arena reciclada a partir del procesamiento integral de residuos de construcción y demolición en la región metropolitana de São Paulo, en un enfoque inédito a nivel mundial. El estudio realizado se puede subdividir en cuatro etapas principales: a) muestreo; b) producción de arena a partir de los residuos muestreados; c) estudios sobre la separabilidad de la arena reciclada; d) caracterización tecnológica de los productos generados como herramienta de control de calidad para la eficiencia de los procesos. Los resultados mostraron que el procesamiento integral de RCD por chancado terciario en un impactador de eje vertical es determinante en la trituración selectiva de las fases porosas y en el desprendimiento entre la pasta de cemento y las fases minerales. El producto	X	N/A	N/A
----	---------------------------	------	---	--------------	--	---	-----	-----

N°	Tipo de publicación	Año	Título	Autor/es	Resumen	Se extrajo bibliografía de la verificación cruzada			
						Si	No	Cuantos	Título/s
					generado tenía menor contenido de pasta de cemento, más partículas esféricas y menor porosidad. Adicionalmente, se demostró la separabilidad densitaria y magnética entre las fases minerales de los agregados y la pasta de cemento. Entre los procedimientos de caracterización, se destaca el desarrollo de una metodología para definir las asociaciones de las fases presentes, particularmente la individualización de la pasta de cemento y carbonatos.				
15	Tesis y trabajos de grado	2017	COMPARACIÓN ESTRUCTURAL Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA UTILIZACIÓN DE CONCRETO CON AGREGADOS NATURALES Y CONCRETO CON RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (R.C.D.) COMO AGREGADO.	Castellanos <i>et al.</i> , (2017)	-		X	N/A	N/A