

**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS
RESIDUOS DE DEMOLICIÓN Y CONSTRUCCIÓN (RCD), EN LA CIUDAD DE
BOGOTÁ A PARTIR DEL CICLO DE VIDA Y LA ECONOMIA CIRCULAR**

**Presentado por:
Jorge William Beltrán Riaño
Código: 2700806**

**Tutor:
FELIPE RIAÑO**

**Universidad Militar Nueva Granada
Posgrados Facultad de Ingeniería
Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales
Proyecto de Grado
Bogotá D.C.
2017**

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN Y CONSTRUCCIÓN (RCD), EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ A PARTIR DEL CICLO DE VIDA Y LA ECONOMIA CIRCULAR

ANALYSIS OF ALTERNATIVES FOR THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF DEMOLITION AND CONSTRUCTION WASTE (RCD), IN THE CITY OF BOGOTÁ FROM THE LIFE CYCLE AND THE CIRCULAR ECONOMY

Jorge William Beltrán Riaño
Profesional en Salud Ocupacional de la Universidad del Tolima, Tolima-Colombia, Estudiante Especialización
Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales,
Universidad Militar Nueva Granada
Bogotá- Colombia,
U2700806@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Los Residuos de Demolición y Construcción (RCD) generados en la construcción de vivienda nueva, infraestructura, las adecuaciones de locales y viviendas; en la actualidad hacen parte de la problemática ambiental en una ciudad como Bogotá, encontrando RCD abandonados en las zonas verdes, alrededor de humedales, en rondas de ríos, canales, se disponen en el relleno sanitario y gran parte se disponen en sitios autorizados para realizar reconfiguración

morfológicas de minas que finalizan su fase productiva. El sistema actual de las economías se basa en (extraer de los Recursos Naturales RN, fabricar, utilizar y disponer), sin tener en cuenta que las fuentes de los RN se agotan. En los últimos años surge en Europa un concepto basado en la sostenibilidad “Economía Circular EC”, en dónde los residuos se deben reutilizar retornando a la industria en forma de materia prima y disminuyendo la extracción de material virgen para la elaboración de los productos, basados en el principio de *cierre de “Ciclo de Vida CV”*.

En éste trabajo analiza una serie de documentos y políticas que proporcionan información de las alternativas para la gestión ambiental de los Residuos de Demolición y construcción implementadas a nivel internacional; el propósito principal es formular alternativas en el manejo de los RCD que se puedan aplicar en Bogotá orientadas a la disminución de uso de los recursos y a reducir la cantidad de residuos.

Palabras clave: residuos de demolición y construcción, economía circular, cierre de ciclo de vida.

ABSTRACT

Waste from Demolition and Construction (RCD) generated in the construction of new housing, infrastructure, adaptations of premises and homes; nowadays are part of the environmental problem in a city like Bogota, finding RCD abandoned in green areas, around wetlands, in rounds of rivers, canals, are disposed in the sanitary landfill and much are arranged in sites authorized to perform morphological reformation of mines that finish their productive phase. The current system of economies is based on (extract from Natural Resources RN, manufacture, use and dispose), without taking into account that the sources of the RN are depleted. In recent years a concept based on sustainability has emerged in Europe, "Circular Economy EC", where waste must be reused by returning to industry as raw material and by reducing the extraction of virgin material for the production of products based on at the beginning of life cycle closure.

This paper analyzes a series of documents and policies that provide information on the alternatives for the environmental management of Demolition and Construction Residues implemented at the international level; the main purpose is to formulate alternatives in the management of RCDs that can be applied in Bogotá aimed at reducing resource use and reducing the amount of waste.

Keywords: demolition and construction waste, circular economy, life cycle closure.

INTRODUCCIÓN

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) suponen el mayor flujo de residuos de la Unión Europea (EU), representan aproximadamente un tercio de todos los residuos generados en ese continente (Comisión Europea, 2016). A nivel mundial se pueden establecer cifras similares.

Las actividades de construcción y demolición de infraestructuras que buscan mejorar la calidad de vida de la sociedad, también se encuentran estrechamente relacionadas con el crecimiento poblacional y económico de los grandes núcleos urbanos y es así como la edificación de viviendas e infraestructuras públicas, generan Residuos de Construcción y Demolición (RCD), la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) los define como aquellos residuos sólidos especiales resultantes de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas (Secretaría Distrital de Ambiente , 2016).

Para el desarrollo económico y social de un país el sector construcción es un pilar que contribuye para acelerar el crecimiento, desarrollo urbano, industrial y genera empleo; en el caso de Colombia, desde 1958 El Consejo Nacional de Política Económica y Social –CONPES- es el organismo encargado de asesorar al Gobierno en políticas para el desarrollo económico y social. En el caso del CONPES 3760 es un documento que presenta los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), dirigido a reducir la brecha en

infraestructura y consolidar la red vial nacional a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las principales zonas portuarias y con las zonas de frontera del país. Los lineamientos se resumen en cuatro componentes principales: Estructuración eficaz para la aceleración de la inversión en infraestructura; de selección que promuevan participación con transparencia; gestión contractual enfocada a resultados; y distribución de riesgos en el programa. Estos lineamientos serán utilizados en la estructuración, contratación y ejecución de los proyectos de los corredores viales que se priorizan en este documento (CONPES 3760, 2013).

En la ejecución de proyectos de construcción, se requiere el uso de variadas cantidades de materiales como, el concreto, mortero, ladrillo, cerámicas, acero, madera, dry wall entre otros; gran parte de RCD en la actualidad se disponen en Sitios autorizados por la autoridad ambiental, rellenos sanitarios o celdas de seguridad; las alternativas para reincorporar los RCD a la industria es incierta porque a nivel técnico existe desconfianza en la calidad de productos a partir de la reutilización, las políticas o normatividad no involucran a los fabricantes de productos de construcción y no contemplan la gestión de un producto en el marco del Ciclo de Vida (CV) o la Economía Circular (EC).

A nivel mundial Holanda es uno de los países líderes en la gestión de los residuos, con el siguiente resultado: en 2010 alrededor del 80% de los residuos se reciclaba, el 16% era incinerado y sólo una pequeña fracción del 3 a 4% de los desechos se depositan en rellenos sanitarios, en lo referente a residuos de construcción y demolición en la actualidad una gestión de aproximadamente el 90 %, para el logro de éstos resultados en la década de los 90 se estableció el Consejo Holandés de Manejo de Desechos (Waste Management Council). Este Consejo fue creado sobre la base de un acuerdo voluntario entre los tres niveles de gobierno para lograr un enfoque común y coherente para el desafiante manejo de residuos.

La gestión de RCD en España en el periodo 2011-2015 refleja que el 70% de todos los RCD producidos acceden a instalaciones de gestores autorizados (plantas de tratamiento y/o vertederos) o se han reciclado en obra. Según los datos, el 39% se ha reciclado, un 24% termina depositado en el vertedero, un 7% se encuentran acopiados (stock) y un 30% de la producción

puede considerarse incontrolada y depositada en lugares no autorizados (Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, 2017).

En el caso de la ciudad de Bogotá, con la implementación de la Resolución 0115 del año 2012 (Secretaría Distrital de Ambiente SDA, 2017), la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, a mayo de 2016 se alcanzó un total acumulado del 100,20% equivalente a 32.064.408 toneladas de RCD dispuesta en sitios autorizados; en la actualidad la alternativa es disposición y no se contempla la valorización de los RCD (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017)

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Metodología de la investigación

Este estudio se realiza a partir del análisis de bibliografía que referencia alternativas para la gestión ambiental de los Residuos de Construcción a nivel nacional e internacional. “El método utilizado es la investigación documental, es un proceso ordenado y lógico, de pasos para realizar un investigación documental sobre algún problema que nos inquiete, interese o preocupe, cuyos resultados serán de validez científica” (Cruz, 2014).

De acuerdo a la metodología planteada a continuación se mencionan cada uno de los pasos a desarrollar.

1. Elección del tema
2. Acopio de la bibliografía básica sobre el tema
3. Lectura del material
4. Delimitación del tema
5. Elaboración del esquema de trabajo
6. Ampliación del material sobre el tema ya delimitado
7. Lectura minuciosa de la bibliografía
8. Redacción del trabajo final

Técnicas de investigación documental

Al realizar la revisión bibliográfica, se establecen criterios e información acorde al objeto de la investigación. Se distinguen principalmente 3 tipos básicos de fuentes de información para realizar la investigación documental (Cruz, 2014).

Fuentes primarias (directas): Para éste estudio las fuentes referenciadas son documentos oficiales de acuerdo a las políticas Internacionales que abordan la gestión de los RCD, documentos oficiales en el ámbito nacional, libros y artículos de revistas científicas asociados a materiales de construcción y la gestión de los residuos generados.

Fuentes secundarias:

En éste nivel se consulta información publicadas por universidades, tesis, trabajos presentados en conferencias, congresos o seminarios y testimonios de expertos.

Fuentes terciarias:

Además se tiene en cuenta la consulta de páginas Web, otras publicaciones periódicas, boletines, y reportes de entidades públicas.

1.2 Principios rectores para el correcto manejo de los rcd

De acuerdo a la gestión realizada por la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) de la ciudad de Bogotá, en estricto orden, el manejo de RCD tiene tres principios rectores (máxima reducción, optimización del aprovechamiento y mínima disposición final, los cuales garantizan una adecuada gestión ambiental de la obra, como se ilustra en la figura 1.



Figura 1. Principios rectores de la gestión de RCD.

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (2015)

1.2.1 La reducción en la generación de los RCD

Es el primer principio rector orientado a la planificación del proyecto constructivo, promover la formulación así como la implementación efectiva de los Planes de Gestión de RCD en la obra y divulgación de los mismos (Secretaría Distrital de Ambiente , 2016).

1.2.2 Aprovechamiento

Segundo principio rector, reincorporando materiales al ciclo productivo por medio del reciclaje (Secretaría Distrital de Ambiente , 2016). En ese orden de ideas, cabe citar tres conceptos importantes:

Valorización: Corresponde a la estimación del valor de los RCD, a través de la evaluación y caracterización de éstos y así establecer su potencial de reutilización o reciclaje.

Reutilización o reúso: Es la prolongación de la vida útil de los RCD recuperados que se utilizan nuevamente, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación.

Reciclaje: Proceso mediante el cual se procesa y transforman los RCD para valorizar su potencial de reincorporación como materia prima o insumos para la obtención de nuevos productos.

1.2.3 La disposición final

En la pirámide sigue siendo una opción, pero en todo caso, en la menor proporción posible, dado que hay fracciones de estos residuos que no pueden ser aprovechados y por lo tanto, se debe garantizar una disposición adecuada y controlada, cumpliendo la normatividad ambiental y de ordenamiento del territorio vigente para cada caso (Secretaría Distrital de Ambiente , 2016).

1.3 Alternativas para la gestión de los RCD

Vemos un mundo con más abundancia que limitaciones. En medio del barullo de tanta cháchara sobre reducción del impacto ecológico de los humanos, ofrecemos una visión distinta. ¿Qué pasaría si los humanos diseñáramos productos o sistemas que celebraran la abundancia de la creatividad, la cultura y la productividad humanas? ¿Qué fueran tan inteligentes y seguros que nuestra especie dejara una huella ecológica para el disfrute, y no para la lamentación McDonough y Braungart (2005).

Las alternativas para gestionar de una mejor manera los RCD generados en la industria de la construcción está dadas a partir de valorizar los RCD y retornarlos a la industria las veces que sea necesario.

1.3.1 Condiciones Marco y políticas para el manejo de los RCD

Para gestionar de una manera satisfactoria los residuos de construcción y demolición la primera alternativa son las condiciones marco y las políticas adecuadas. Para que sea posible, es de vital importancia el diálogo entre los actores públicos y privados en el ámbito de la gestión de Residuos de la Construcción y Demolición (Comisión Europea, 2016). Los ámbitos esenciales para la intervención pública son los siguientes:

- a) Marco reglamentario adecuado y claro, teniendo en cuenta los diferentes actores en la gestión de los RCD, involucrando el sector público, privado y la comunidad.

- b) Aplicación de las normatividad, generar sanciones y denuncias; para lograrlo se requiere infraestructura, tecnología y recurso humano técnico que hagan el seguimiento oportuno de la gestión de RCD.

c) Contratación pública e incentivos adecuados, motivando el uso de materiales reciclados. Se debe involucrar a la industria comercializadora de materiales de construcción para que sea competitiva e implemente tecnologías.

d) Concienciación, percepción del público y aceptación; brindar información clara acerca de los materiales reciclados, los beneficios del uso y participación de toda los ciudadanos.

1.3.2 Gestión de la calidad de los RCD

La gestión de calidad constituye un paso fundamental para aumentar la confianza en el proceso de gestión de residuos de construcción y demolición, así como la confianza en la calidad de los materiales reciclados procedentes de estas actividades. El valor cualitativo de los materiales de construcción reciclados se basa en sus características medioambientales y en su rendimiento técnico. Por tanto, es necesario promover la garantía de calidad de los procesos primarios (desde la obra de demolición hasta la logística de los residuos y el procesamiento de los mismos). La trazabilidad y el rastreo de los flujos de residuos son cruciales para seguir desarrollando el mercado de los materiales de construcción reciclados (Comisión Europea, 2016). (Ver Figura 2).

Fases de la gestión de calidad en las diferentes etapas de la ruta del reciclaje

Identificación de residuos, separación en origen y recogida	Transporte de residuos	Procesamiento y tratamiento de residuos
<ul style="list-style-type: none"> • Auditoría previa a la demolición (y/o detección de amianto); • Demolición selectiva; • Identificación y separación de los residuos peligrosos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte seguro; • Disposiciones o declaraciones especiales para los residuos peligrosos; • Formulario de identificación; 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptación de los residuos (en el centro de reciclaje o vertedero); • Control de entrada (por ejemplo, protocolo para el amianto); • Control de producción en fábrica (que aborde las características esenciales de los productos); • Criterios de aceptación (por ejemplo, para las
	<ul style="list-style-type: none"> • Transportista o portador registrado o aprobado. 	<ul style="list-style-type: none"> materias primas utilizadas para fabricar productos derivados de residuos); • Frecuencia de muestreo; • Identificación de los áridos reciclados utilizados en un producto o infraestructura en concreto (albarán) (documentación clara sobre las pruebas finales de los productos derivados de residuos).

Figura 2. Fases de la gestión de calidad en las diferentes etapas de la ruta del reciclaje

Fuente: FIR, 2016, modificado por Ecorys

1.3.3 Fortalecimiento de la infraestructura para la valorización de los RCD

Para lograr valorizar los RCD es necesario contar con infraestructura que logre la transformación de acuerdo a los criterios técnicos y de calidad, en la cadena de valorización los materiales recuperados de RCD deben ser competitivos en calidad y precio.

De acuerdo al **Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR 2008-2015) de España**, la gestión correcta de los RCD generados se realiza típicamente mediante operaciones en los siguientes tipos de plantas (Gobierno de España, 2009):

1.3.3.1 Plantas de transferencia: son instalaciones para el depósito temporal de residuos de la construcción que han de ser tratados o eliminados en instalaciones localizadas a grandes distancias. Su cometido principal es agrupar residuos y abaratar costes de transporte, si bien en ocasiones se efectúa en ellas algún proceso menor de triaje y clasificación de las fracciones de los residuos, buscando mejorar las características de los RCD enviados a plantas de tratamiento y a vertederos (Gobierno de España, 2009).

1.3.3.2 Plantas de tratamiento: son instalaciones de tratamiento de RCD, cuyo objetivo es seleccionar, clasificar y valorizar las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objetivo de obtener productos finales aptos para su utilización directa, o residuos cuyo destino será otro tratamiento posterior de valorización o reciclado, y si este no fuera posible, de eliminación en vertedero (Gobierno de España, 2009). Pueden ser fijas o móviles.

a) **Plantas fijas:** son instalaciones de reciclaje ubicadas en un emplazamiento cerrado, con autorización administrativa para el reciclaje de RCD, cuya maquinaria de reciclaje (fundamentalmente los equipos de trituración) son fijos y no operan fuera del emplazamiento donde están ubicados.

b) **Plantas móviles:** están constituidas por maquinaria y equipos de reciclaje móviles que se desplazan a las obras para reciclar en origen o a centros de valorización o eliminación para operar temporalmente en dichas ubicaciones.

1.3.3.3 Vertederos controlados: son instalaciones para el depósito definitivo de RCD.

De acuerdo a información publicada por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) la ciudad de Bogotá D.C cuenta con dos plantas de tratamiento y aprovechamiento; a pesar de reunir esfuerzos en la gestión de los RCD, se requiere fortalecer éste tipo de infraestructura por medio de convenios entre el sector público y privado (Secretaría Distrital de Ambiente , 2016).

1.3.4 Implementación del Ciclo de vida de los materiales como política en la industria de la construcción.

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) aborda todos los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, lo cual comprende las actividades de extracción y adquisición de la materia prima, la producción, utilización, reciclado y por último la disposición final (ICONTEC, 2007). En la figura 3. Se grafica el ciclo de vida de la baldosa cerámica.

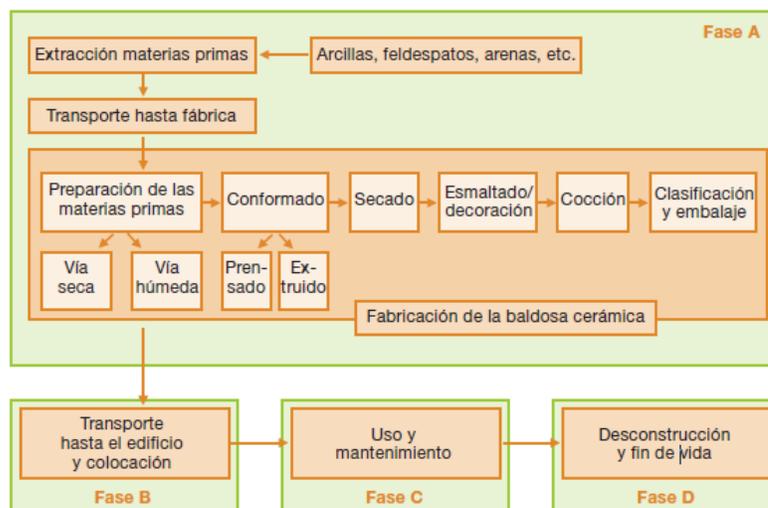


FIGURA 3. Fases consideradas en el ciclo de vida.

Fuente: ITC y ASCER, 2008.

El sector de la construcción es la industria que consume mayor cantidad de Recursos Naturales (RN), por ésta razón es de gran relevancia involucrar el ACV de los materiales usados para mejorar la gestión de los RCD en todo nivel; facilitando la recuperación de materia prima en las plantas de tratamiento en primera instancia y minimizando los impactos generados al disponer los RCD que no se pueden aprovechar. Además de involucrar a las empresas constructoras, el ACV puede ayudar a potenciar a todas las empresas que suministran los materiales al sector construcción creciendo con una filosofía en el cuidado del medio ambiente.

1.3.5 La Economía Circular, alternativa del futuro para prolongar la vida útil de las materias primas y disminuir los RCD.

La Fundación Ellen MacArthur define una economía circular como aquella que sea restaurativa y se oriente a mantener la utilidad y el valor de los materiales y de los productos. Este enfoque contribuye, por lo tanto, a minimizar la necesidad de nuevos insumos de materiales y energía, toda vez que reduce las presiones medioambientales asociadas a la extracción de recursos, emisiones y la disposición de residuos en rellenos sanitarios. Dicho concepto o escenario pretende resaltar no sólo la gestión del residuo, sino también la gestión de la eficiencia de los materiales a lo largo de todo su ciclo de vida. Para ello, las medidas de ecodiseño, prevención, reparación y remanufactura, reutilización, uso compartido de bienes o soluciones de reciclaje de mayor valor agregado en contraposición con las de menor valor (“upcycling” versus “downcycling”, en la terminología inglesa) han de considerarse, en igualdad de condiciones, en una determinada cadena de valor productiva (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

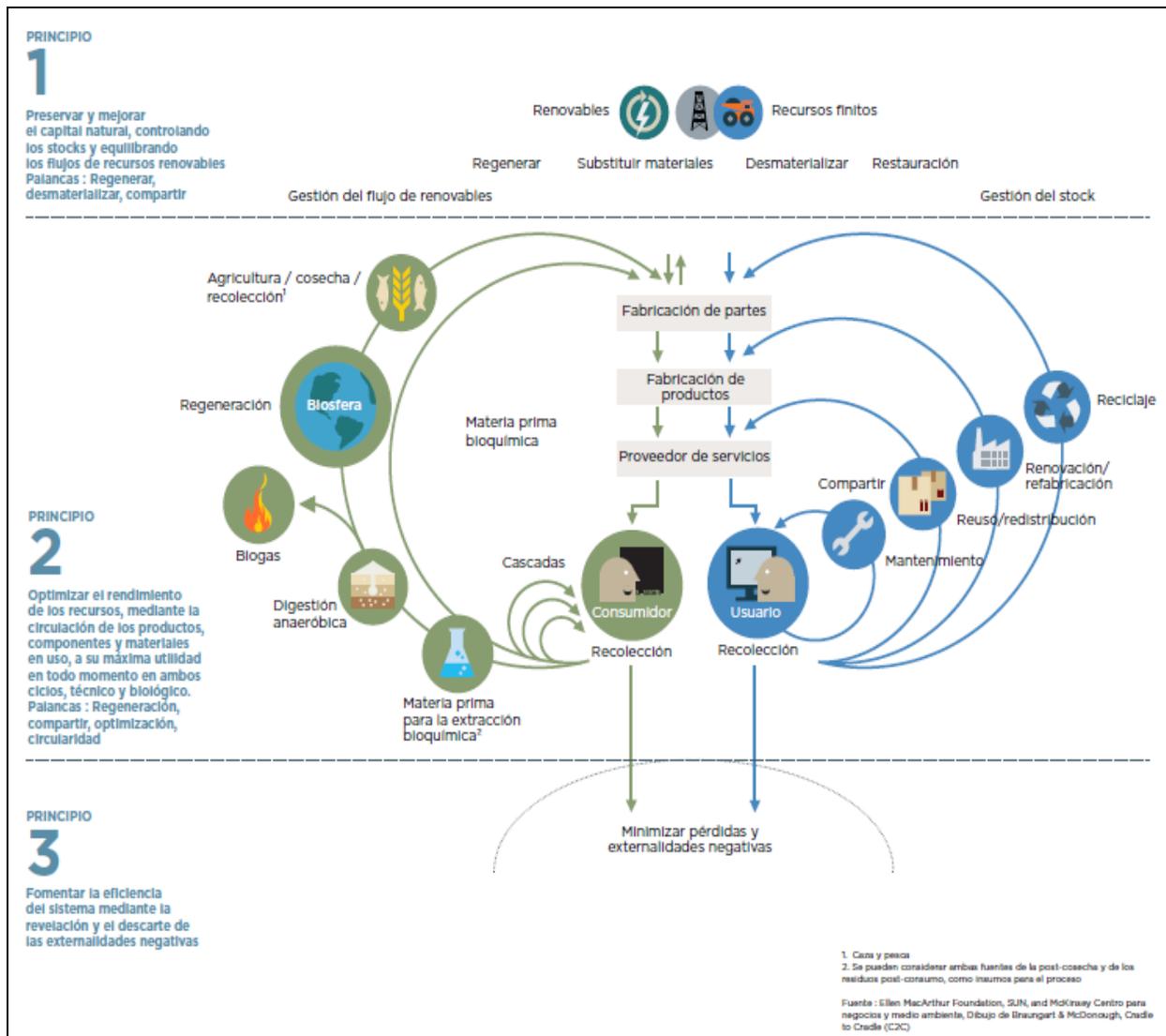


FIGURA 4. Esquema Economía Circular
Fuente: (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

Los principios y las características fundamentales de una economía circular impulsan cuatro fuentes claras de creación de valor.

El poder del círculo interior se refiere a la idea de que cuanto más estrecho sea el círculo, más valiosa será la estrategia. Reparar y mantener un producto, por ejemplo un coche, preserva la mayor parte de su valor. Si no ya es posible, cada uno de los componentes puede reutilizarse o refabricarse. Esto preserva más valor que solo reciclar las materias (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

Los círculos internos preservan más integridad, complejidad, mano de obra implícita y energía de un producto. El poder de circular más tiempo se refiere al número de ciclos consecutivos y/o el tiempo en cada ciclo para los productos (p. ej., reutilizar un producto varias veces o ampliar la vida útil del producto). Cada ciclo prolongado evita la materia, la energía y la mano de obra que conlleva crear un nuevo producto o componente. Sin embargo, en el caso de los productos que requieren energía, la vida útil óptima debe tener en cuenta la mejora de los rendimientos energéticos a lo largo del tiempo (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

El poder del uso en cascada se refiere a la reutilización diversificada en toda la cadena de valor, por ejemplo cuando la ropa de algodón se vuelve a utilizar primero como ropa de segunda mano, luego pasa a la industria del mueble como relleno de fibra de tapicería y este relleno de fibra es utilizado posteriormente en aislamiento de lana de roca para la construcción –sustituyendo la introducción de materias vírgenes en la economía en cada caso– antes de que las fibras de algodón se devuelvan de forma segura a la biosfera (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

El poder de los insumos puros, por último, radica en el hecho de que los flujos de materias no contaminadas incrementan la eficiencia en la recogida y redistribución, manteniendo la calidad, especialmente la de las materias técnicas, lo que a su vez aumenta la longevidad de los productos, incrementando así la productividad del material (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

El modelo económico de Economía Circular aplicado a la gestión de los RCD busca en el futuro la optimización de las materias primas, la recuperación de dinero por medio de valorización de los RCD, el aumento de empleos y el uso racional de los recursos naturales.

1.3.6 Buenas Prácticas (BP) para ejecutar las obras de construcción

-Al momento de planificar la obra se debe establecer la cantidad de contenedores para el almacenamiento de residuos de acuerdo a las características (del Río Merino, Izquierdo Gracia, & Weis Azevedo, 2010).

-Segregación de residuos en la obra, da mayor pureza y de ésta manera se optimiza la posibilidad de valorizarlos. Martínez Bertrand sostiene que el objetivo de ser alcanzar un amplio nivel de segregación de los residuos generados en la obra, mediante el diseño y desarrollo de un nuevo sistema de prevención, gestión y reciclaje de RCD (Bertrand, 2009).

-Dar formación a los trabajadores en obra en materia de RCD. Autores como Tam afirman que para conseguir un buen resultado en la gestión de RCD es imprescindible que los trabajadores participen (Tam, 2008).

-Reducir el exceso de material entregado a los trabajadores para evitar el daño de material y por ende el desperdicio (Audus, Charles, & Evans, 2010).

-Utilizar equipos que trituren los residuos en obra, se deben seleccionar equipos de acuerdo a características de los RCD (Wang, Yuan, Kang, & Lu, 2010).

Además de las BP ya mencionadas existen otras de acuerdo a las características de la obra, los materiales usados y la ubicación; pero como eje principal la educación de los trabajadores del sector de la construcción.

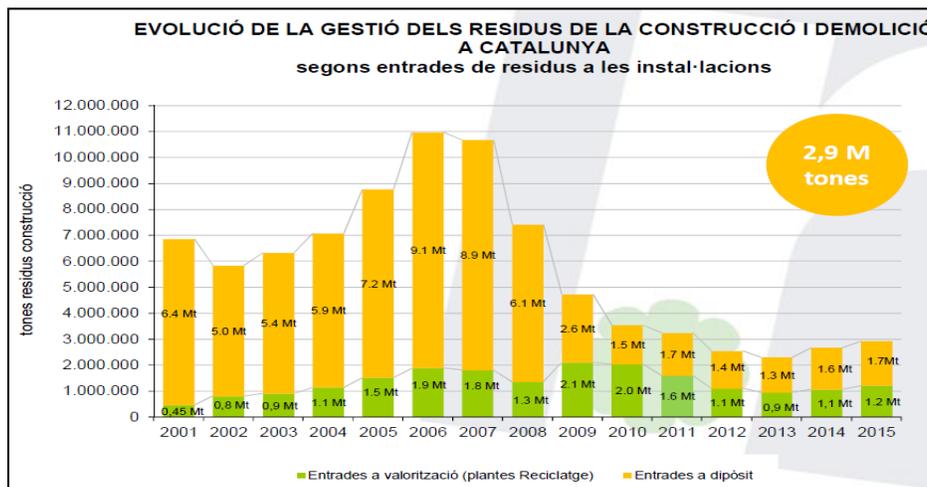
1.4 Comparativo en la gestión de RCD Bogotá DC y la comunidad autónoma española Cataluña.

En la actualidad en el territorio catalán habitan 7.504.008 millones de habitantes aproximadamente, con una cifras muy similares la la ciudad de Bogotá tiene alrededor de 8.100.000 millones de habitantes. Para realizar el comparativo se van a comparar datos de la Agencia de Residuos de Catalunya y los datos de la Secretaría Distrital de Ambiente para Bogotá, RCD generado en el año 2015.



Gráfica 1. Toneladas controladas y Reutilización de RCD en Bogotá.

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (2015)



Gráfica 2. Toneladas controladas y Reutilización de RCD en Catalunya.

Fuente: Agencia de Residuos de Catalunya (2015)

De acuerdo a los datos entregados por estos entes gubernamentales, podemos diferir que para la ciudad de Bogotá de un total 8.075.478 millones de toneladas de RCD se valorizó el 15.1 % y en el caso de Catalunya de un total de 2.900.00 millones de tonelada de RCD se valorizó el 41.3% de los RCD, es importante tener en cuenta que ésta diferencia se da por la infraestructura y el la experiencia en el manejo de residuos por parte de Catalunya.

2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis planteado en éste documento en primera instancia se puede determinar que a nivel internacional hay países que han mostrado un gran avance en la gestión de los Residuos de Demolición y Construcción, en la Unión Europea (UE) los que lideran ésta gestión son la mayoría de los antiguos Estados que tienen un porcentaje de reciclado superior a 60% Dinamarca, Alemania, Irlanda y los Países Bajos (Fischer & Werge, 2009).

Para el logro de éstos resultados, la mayoría de estos países han implementado una serie de alternativas y medidas que han ayudado a realizar la gestión de los RCD, las principales son:

- Adoptar políticas claras y serias en el manejo de RCD.
- Implementar tecnología e investigación para la reincorporación de los RCD al mercado por medio de alianzas entre el sector público y privado.
- Diseño y construcción de infraestructura para gestionar los RCD.
- Incentivar y promover el uso de RCD.
- Educación de cada uno de los niveles en la cadena de los residuos.

En los últimos años con la implementación de normas como la ISO – 14001 y la ISO-14040 que nos habla del ciclo de vida, ha permitido adquirir una mayor conciencia en el cuidado de los recursos naturales teniendo en cuenta la procedencia de las materias primas y la responsabilidad que se debe tener al disponer los residuos generados del proceso constructivo.

Con una alternativa muy ambiciosa la Unión Europea (UE) enmarca en el Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición, lineamientos hacia una Economía Circular (EC) que permita valorizar los RCD mejorando la calidad de los materiales reciclados.

De acuerdo al análisis y planteamiento de las alternativas para la gestión de RCD en la ciudad de Bogotá; es muy relevante la implementación de infraestructura para gestionar los RCD en el caso de plantas de tratamiento y centros de transferencia, para así disminuir los RCD que se disponen en los sitios de disposición final; además se deben implementar puntos en dónde se

pueda gestionar los residuos de la comunidad en general al momento de hacer reformas de casas o apartamentos y de esta manera educar en la gestión ambiental de los RCD.

Otro de los puntos importantes es la implementación de tecnología e investigación que den garantía en la calidad de las materias primas recuperadas en la gestión de los RCD, para que esta alternativa se fundamente de una mejor manera las alianzas del sector público y privado pueden dar mejores resultados. Por último y no menos importante, se deben ajustar algunas políticas y fortalecer las instituciones encargadas del cuidado del medio ambiente, para que éstas den el soporte técnico cuando se requiera y promuevan el uso de los RCD y las materias primas recuperadas de estos.

Hacer una gestión apropiada de los RCD, puede arrojar resultados muy positivos en la economía y beneficiar el medio ambiente; económicamente hay que tener en cuenta que hoy día gran parte de los materiales utilizados en el sector de la construcción en la ciudad de Bogotá se suministran de ciudades o departamentos vecinos, en un futuro la tendencia es el aumento en el precio de los materiales por el factor transporte; poder valorizar los RCD y reincorporarlos a la industria puede ser un buen negocio donde ganan las plantas de tratamiento y ganan las empresas constructoras. En el componente ambiental, debemos tener en cuenta que a medida que se explotan los recursos naturales se afectan los servicios que nos presta el planeta, contaminar y hacer disposición de RCD en sitios no autorizadas pueden afectar ecosistemas frágiles como los humedales y otras fuentes hídricas; al momento de recuperar los RCD se requiere menor energía y menos equipos o maquinaria que consume combustibles.

3 CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de información, la primera alternativa encaminada a la gestión ambiental de los RCD en la ciudad de Bogotá, es garantizar la calidad de los RCD generados por el sector construcción y de esta manera generar confianza para reincorporarlos en la industria; para lograr resultados a corto plazo, una alianza público-privada es buena opción.

El fortalecimiento de las instituciones e infraestructura que ayudan a gestionar los RCD en la ciudad es uno de los ejes principales; se debe aumentar las plantas de tratamiento, plantas de transferencia y crear puntos de acopio de RCD que pueda utilizar la comunidad en general. Con el fortalecimiento de las instituciones se puede dar soporte técnico a las empresas constructoras y gestionar la educación ambiental a los diferentes actores.

A nivel internacional hay modelos de gestión ambiental de RCD implementados por muchos países que han dado excelentes resultados, superando el 80 % en la valorización de los RCD, estas experiencias son un aliciente para seguir promoviendo la responsabilidad que tenemos con el planeta. Las nuevas políticas internacionales para el manejo de RCD son una referencia que puede orientar a la ciudad en la toma de decisiones.

El Ciclo de Vida y la Economía Circular en los últimos años son tendencias que buscan fortalecer el desempeño ambiental de las empresas, dando pauta para seleccionar unas materias primas amigables con el medio ambiente y que al momento de disponer o retornar a la industria se facilite su tratamiento.

4. RECOMENDACIONES

La Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá como autoridad ambiental, debe fortalecer la infraestructura, liderar proyectos en la gestión de RCD orientados a la valorización y dar continuidad a los procesos de seguimiento, disminuyendo la rotación de los profesionales.

Se hace necesario que las empresas privadas dedicadas a la construcción de edificaciones e infraestructura mejoren la planificación de sus proyectos, de ésta manera al ejecutarlos disminuirán re procesos, pérdidas de materiales, tiempos de entrega, sobrecostos por disposición de RCD y sanciones ambientales; todos estos aspectos afectan la rentabilidad y la continuidad del negocio.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. (1 de Mayo de 2017). *Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición*. Obtenido de Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición: <http://www.rcdasociacion.es/images/documents/Informe-RCDA-11-15.pdf>
- Audus, I., Charles, P., & Evans, S. (2010). *Environmental good practice on site: CIRIA*. London: Audus, I, Charles, P, Evans, S (editors).
- Bertrand, C. M. (2009). *Gestión de residuos de construcción y*. España: CONAMA.
- Comisión Europea. (2016). *Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE*. España: Ecorys.
- CONPES 3760. (23 de Agosto de 2013). *Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de Proyectos viales bajo el esquema de asociaciones público privadas: cuarta generación de concesiones viales: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3760.pdf>
- Cruz, L. E. (2014). *Metodología de investigación*. Colima: Universidad Multitécnica Profesional.
- del Río Merino, M., Izquierdo Gracia, P., & Weis Azevedo, W. A. (2010). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. *Wasted Management & Research* 28 (2), 118-129.
- Ellen Macarthur Foundation. (1 de Noviembre de 2017). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. Obtenido de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/publicaciones>
- Fischer, C., & Werge, M. (2009). EU as a Recycling Society Present recycling levels of Municipal Waste and Construction & Demolition Waste in the EU. *European Environment Agency*, 25-60.
- Gobierno de España. (20 de Enero de 2009). *Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural*. Obtenido de Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.: <https://www.boe.es/boe/dias/2009/02/26/pdfs/BOE-A-2009-3243.pdf>

- ICONTEC. (25 de 09 de 2007). *Norma Técnica Colombiana - ISO 14040*. Obtenido de Gestión ambiental. Análisis Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia: http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007%20Análisis_CicloVida.pdf
- Secretaría Distrital de Ambiente . (2016). *Hacia una nueva cultura en la gestión integral de los residuos de construcción y demolición*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (1 de Noviembre de 2017). *Observatorio Ambiental Bogotá*. Obtenido de Escombros Generados por Obras de Construcción en Bogotá Gestionados-PEGOC: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?s=1&id=780>
- Secretaría Distrital de Ambiente SDA. (1 de Noviembre de 2017). *Resolución 1115 del 2012*. Obtenido de Por la cual se adoptan los lineamientos técnico ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49822>
- Tam, W. (2008). On the effectiveness in implementing a waste-management plan method in construction. *Waste Management* 28 (6), 1072-1080.
- Wang, J., Yuan, H., Kang, X., & Lu, W. (2010). Critical success factors for on-site sorting of construction waste: A china study. *Resources, Conservation and Recycling* 54 (11), 931-936.