

**Evaluación del manejo de los residuos de construcción y demolición RCD originados por
las obras de infraestructura de la empresa Conconcreto S.A**

Elaborado por:

Angelie Paola Benavides Lozano

Laura Chavarro Casas

Karina Paola Forero Vargas

Gina Marcela Moreno Ortiz

Edilberto Ramírez Santa

Universidad Ean

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Pregrado

Bogotá

29/11/2021

Resumen

Esta investigación está enfocada en realizar la evaluación de los procesos de manejo de los residuos de construcción y demolición -RCD- generados por los proyectos de infraestructura al interior de la compañía Conconcreto en la ciudad de Bogotá.

El fundamento principal, crear recomendaciones sostenibles para la recuperación del medio ambiente y una economía circular por medio de la transformación y reutilización de los productos, lo anterior solo se logra por medio del dialogo con trabajadores de la compañía que trabajan día a día el proceso de la construcción y el impacto que esto tiene sobre el medio, lo cual los hace conocedores del proceso y de las mejores que este deben tener para generar mejores prácticas que conduzcan a Conconcreto a resultados exitosos en el manejo de sus residuos y lograr así el fundamento de esta investigación.

El impacto esperado con este trabajo es generar que estas recomendaciones sean la base para que la compañía realice un plan de implementación que permita maximizar el cierre de ciclo de materiales en las obras de infraestructura, logrando un mejor posicionamiento y perspectiva de esta sobre los clientes internos y externos, mejorando sus cifras de impacto ambiental, obteniendo mejores resultados en innovación de productos y generando una conciencia interna de la importancia del manejo adecuado de los ciclos y cierres de vida de los materiales, no solo para la compañía sino para el futuro del medio ambiente.

Palabras claves: sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica, RCD, transformación, reutilización, medio ambiente, aprovechamiento.

Abstract

This research is focused on evaluating the construction and demolition waste management processes -RCD- generated by infrastructure projects within the Concreto company in the city of Bogotá.

The main foundation, to create sustainable recommendations for the recovery of the environment and a circular economy through the transformation and reuse of products, the above is only achieved through dialogue with company workers who work day by day the process of construction and the impact that this has on the environment, which makes them aware of the process and the best it should have to generate better practices that lead Concreto to successful results in the management of its waste and thus achieve the foundation of this investigation.

The expected impact of this work is to generate that these recommendations are the basis for the company to carry out an implementation plan that allows maximizing the closing of the cycle of materials in infrastructure works, achieving a better positioning and perspective of this on internal customers and external, improving their environmental impact figures, obtaining better results in product innovation and generating an internal awareness of the importance of proper management of the cycles and life closures of materials, not only for the company but for the future of the environment.

Key words: environmental sustainability, economic sustainability, RCD, transformation, reuse, environment, exploitation

Contenido

Introducción	7
Objetivos.....	10
Justificación	11
Marco Teórico.....	14
Generalidades	14
Investigaciones internacionales	15
Investigaciones Nacionales	16
Marco institucional	20
Metodología	24
Enfoque, alcance y diseño de la investigación.....	24
Población y Muestra	27
Técnicas de análisis de datos.....	29
Análisis y discusión de los resultados	31
Conclusiones	57
Lista de referencias.....	60
Anexos.....	65

Lista de tablas

Tabla 1.....	26
Tabla 2.....	28
Tabla 3.....	30
Tabla 4.....	40
Tabla 5.....	45
Tabla 6.....	50

Lista de figuras

Figura 1.....	31
Figura 2.....	32
Figura 3.....	33
Figura 4.....	34
Figura 5.....	35
Figura 6.....	35
Figura 7.....	36
Figura 8.....	37
Figura 9.....	38
Figura 10.....	39
Figura 11.....	47
Figura 12.....	48
Figura 13.....	48
Figura 14.....	49

Introducción

En la normatividad colombiana, específicamente en la sentencia T-740-15, la Corte Constitucional cambia el concepto de “basuras” o “desechos descartables” al concepto de “residuos sólidos potencialmente aprovechables” optando para que estos reingresaran al sistema productivo logrando así la contaminación sobre los ecosistemas y ahorrar los diferentes bienes ambientales. (Miranda, 2018).

La industria de la construcción juega un papel importante en la economía de Colombia, sin embargo, esta actividad genera un impacto para el medio ambiente puesto que exige un gran consumo de los recursos naturales y produce grandes volúmenes de residuos de construcción y demolición. En el año 2017, se generaron 569 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición -RCD- en este país. La demolición representa más del 90% de la generación total de RCD, mientras que la construcción representa menos del 10%. (United States Environmental Protection Agency, s.f.). Actualmente está en vigencia la resolución 0472 de 2017, la cual reglamenta los requerimientos mínimos para la disposición y el aprovechamiento de estos residuos.

Constructoras como Colpatria, y fabricantes de materiales como Cemex y Cementos Argos han creado proyectos especiales para cumplir con la ley, y además contribuir al medio ambiente. Humberto Ospina, vicepresidente de Constructora Colpatria, dio a conocer que la firma tiene “gestores ambientales autorizados por cada una de las entidades de control en materia ambiental. Por lo que los residuos de construcción y demolición se clasifican en aprovechables y no aprovechables”. En Constructora Colpatria clasifican como residuos aprovechables los productos de excavación y sobrantes de adecuación de tierras, limos y materiales pétreos producto de la excavación; productos de cimentaciones y pilotajes; pétreos y

no pétreos como: vidrios, metales como acero, cobre, aluminio, hierro con o sin recubrimiento de zinc, entre otros. (Cámara de Comercio de Bogotá [CCB], 2018)

Cementos Argos es otra de las empresas que ha visto en los escombros una oportunidad para beneficiar al mundo, por lo que desde 2017, junto con Fanalca y Daeyang, creó un emprendimiento llamado Granulados Reciclados de Colombia (Greco). Este emprendimiento inició sus operaciones con una planta en Cota, Cundinamarca, que tiene un área que equivale a ocho canchas de fútbol profesional y una capacidad de 200 toneladas por hora. Según explicó Lucas Moreno, vicepresidente de innovación de Argos, con este emprendimiento “buscamos continuar aportando al desarrollo del país a través de la generación de soluciones innovadoras y sostenibles que agreguen valor a la industria e impulsen el crecimiento de nuestros clientes”. En este centro de tratamiento, aprovechamiento y disposición final, ubicado en Usme, Bogotá. (CCB, 2018)

Concreto S.A., es una compañía sólida y de gran trayectoria en el País en el sector de la infraestructura, por lo tanto, tiene permanentemente proyectos de construcción durante el año y cada uno de estos proyectos genera una cantidad de residuos de construcción y demolición, que son debidamente depositados en rellenos o botaderos de acuerdo a las disposiciones legales, pero solo un 32% son reutilizados por la misma compañía en zonas de espacio público, como zonas verdes, llenos y construcción de jarillones para contención y control de inundaciones, lo que conlleva a que más del 50% de materiales aprovechables terminen en procesos de disposición. (Concreto, 2021). Esto genera un alto impacto ambiental y económico, pues concentra sus recursos en la adquisición de nuevos productos y no en el aprovechamiento o cierre de ciclo de los materiales con los que ya cuenta.

La falta de estudios que describan los lineamientos o pautas técnicas requeridas para el buen uso del RCD, sumada a las falencias en el aprovechamiento y la incapacidad de dar nuevo ciclo de vida de estos materiales generan actividades inadecuadas de intervención tanto

en obra como en diseño. El punto de partida, tener claridad sobre la clasificación de los materiales provenientes de la construcción de los proyectos de infraestructura, para lograr con planificación su posible uso,

En aras de disminuir los grandes volúmenes de materiales provenientes de las obras y su impacto al medio ambiente, la afectación al medio ambiente, por el consumo de materia prima y energía. El transporte de los agregados desde la cantera o centros de suministro del material hasta el sitio del proyecto genera emisión de material particulado que contamina el aire, afectando al medio ambiente. Por otra parte, la disposición final de RCD no aprovechado trae consigo una sobreutilización de las escombreras, disminuyendo su capacidad de almacenamiento, la cual podría ser útil para materiales que verdaderamente no pueden ser reutilizados. (Jiménez, 2016, p. 6).

Bajo la perspectiva anteriormente descrita, en este trabajo se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo se puede evaluar el manejo de los residuos de construcción y demolición RCD en sus proyectos de infraestructura con el fin de establecer estrategias sostenibles para el aprovechamiento de estos residuos?

En este documento, se presentan de manera secuencial, el marco de referencia del trabajo de investigación conformado por el marco teórico con sus tres componentes principales, las generalidades, el estado del arte a nivel nacional y a nivel internacional, luego se describe dentro del marco institucional la empresa y su actividad económica y finalmente se incluye la descripción de la metodología aplicada, con la definición de las variables a medir en el desarrollo de la investigación, la definición operacional y las técnicas de recolección y análisis de la información.

Objetivos

Objetivo general

Realizar una evaluación del proceso de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición RCD con el fin de establecer recomendaciones sostenibles para el aprovechamiento y generación de nuevos materiales de construcción.

Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la producción de residuos de demolición y construcción generados en las obras de infraestructura de Concreto en la ciudad de Bogotá.
- Revisar y analizar los indicadores que permiten evaluar el impacto ambiental y económico generado por la implementación del plan de manejo de residuos de construcción y demolición de los proyectos de infraestructura de Concreto.
- Identificar las oportunidades de aprovechamiento de los materiales que se presentan en el proceso de reutilización de residuos de construcción y demolición de los proyectos de infraestructura de Concreto.
- Proponer recomendaciones sostenibles que permitan un cierre de ciclo de materiales en las obras de infraestructura de Concreto.

Justificación

Los seres humanos en su evolución constante traen consigo impactos positivos como negativos, en este último se puede mencionar el impacto ambiental que se causa debido al consumo de los recursos naturales que se requieren para su supervivencia y evolución, durante años se han enfocado solo en el manejo de los residuos sólidos debido a la necesidad y problemas que trae la acumulación de las basuras, en general es un problema de salud pública, la basura es prácticamente inevitable en el mundo, todo consumo genera un desecho.

Se ha dejado a un lado el impacto ambiental que ocasiona la generación de residuos provenientes del sector de la construcción que son los residuos de construcción y demolición, debido a la evolución a pasos agigantados que se ha dado en las últimas décadas, este sector ha tenido en sus hombros la responsabilidad de dar bienestar, materializar sueños e ideas, pero ha traído consigo un gran impacto al medio ambiente debido al consumo sin medida de los recursos naturales, la falta de conciencia y responsabilidad social de este sector, se ha ocasionado ya un daño que se puede reparar a pasos lentos pero se puede lograr si se implementa una mentalidad colectiva de responsabilidad de todos los actores involucrados en la cadena, es aquí donde “Si tenemos en cuenta que la capacidad del planeta para asimilar los contaminantes que genera nuestra sociedad es limitada, y que los recursos de que disponemos también lo son, es imprescindible detenernos a reflexionar sobre la necesidad de hacer una buena elección y un correcto uso de los materiales, para evitar, en la medida de lo posible, que se transformen en residuo por falta de planificación o simplemente, porque cada vez es más común practicar el insostenible hábito de “usar y tirar”” (Monroy, 2018, p.1), así que la responsabilidad que se tiene con el medio ambiente para lograr que las generaciones futuras puedan tener un mundo con recursos naturales, es el aprovechamiento de los residuos que se

generan en el sector de la construcción (RCD), logrando abordar el reducir, reusar y reciclar, dejando atrás esa mentalidad del modelo económico lineal y en su lugar lograr una economía circular

En Colombia el sector de la construcción está en su mayor auge, según El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2021) “En junio de 2021 se licenciaron 1.900.961 m² para construcción, 644.519 m² lo que significó un aumento de 51,3% en el área licenciada”, no obstante, la dinámica de esta trae consigo la generación de residuos de construcción y demolición RCD, que se maneja inadecuadamente y puede afectar la calidad de vida de la sociedad.

Cuando no se hace un manejo adecuado de los RCD, residuos provenientes de la construcción, mantenimientos y rehabilitaciones de la infraestructura, se está generando desperdicio de materiales, lo que genera mayores costos para los proyectos y afectan las metas físicas programadas, porque los costos que conlleva el transporte de estos residuos a los patios de disposición final y la inversión en equipo para la adecuación de estos sitios, se reflejan en menor inversión; igualmente debemos considerar el impacto ambiental generado por la emisión de partículas de dióxido de carbono – CO₂, a cargo de los equipos de transporte y la alteración de las áreas naturales que se utilizan para su disposición final.

La recuperación y reciclado de residuos de construcción y demolición RCD, es importante considerar que en la actividad de reciclaje intervienen aspectos económicos y del medio ambiente en el mismo punto. El desafío para futuros contratos de construcción es el de conseguir compatibilizar los fines económico de los proyectos con la preservación del medio ambiente que la sustenta; en este sentido son prioritarias todas las actividades recuperadoras y recicladoras. (Natalini, et al., 2018, p.9).

Según El Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017), el aprovechamiento se define como:

Es el proceso mediante el cual, a través de la recuperación de los materiales provenientes de los residuos de construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje.

En Concreto sería de gran importancia el buen manejo de RCD en sus obras de infraestructura dado a una contribución de embellecimiento a la ciudad y de gran relevancia ambiental en la conservación de los recursos físicos para garantizar no solo el desarrollo sostenible sino el derecho que todas las personas tienen a gozar de un ambiente sano.

Por esto, esta investigación se realiza, porque se considera que es importante y necesario conocer, de qué manera se pueden impactar económica y ambientalmente las empresas y la sociedad, cuando aprovechamos los residuos de construcción y demolición y lo que implica no hacerlo. Es una investigación que profundiza en un tema innovador, que permite el desarrollo sostenible de una empresa (Concreto) y la sociedad a través del mejoramiento de la gestión ambiental.

Campo: Ciencia, tecnología e innovación.

Grupo: Gestión ambiental.

Línea de investigación: Desarrollo sostenible

Marco Teórico

Generalidades

En el área de la construcción se entiende que los residuos pertenecen a las actividades que provienen de la construcción y demolición de edificios e infraestructuras; rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes restauración, renovación, demolición y adecuación que pueda sufrir alguna construcción. Se definen los RCD como:

Aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales, fundamentalmente), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, ferrallas, maderas y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas. (Díaz, 2018, p.26).

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 edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas.

No obstante, Santos, Monercillo & Garcia (2011) mencionan algo muy importante sobre los RCD “se pueden clasificar atendiendo a su origen o a su naturaleza” (p. 16). Ejemplo:

Clasificación de los residuos según su origen: Residuos procedentes de obras de construcción, obras de demolición, o de puntos de extracción.

Clasificación de los residuos según su naturaleza: Residuos inertes, no peligrosos o tóxicos y peligrosos.

La clasificación de dichos residuos y su reutilización o reciclaje tiene múltiples beneficios, como por ejemplo, los económicos, que permiten la reducción de los costos de los proyectos generados por la disminución de gastos en compra de nuevos materiales, reducción de costos por traslados a disposición final y su disposición; beneficios sociales, donde por ejemplo encontramos el aumento de trabajos formales generados por el proceso de clasificación, disminución de enfermedades generadas por contaminación ambiental, y ambientales donde podemos destacar la protección ambiental, la disminución de explotación en canteras, el uso adecuado de los espacios de disposición, reducción de partículas de CO₂. (Aldana & Serpell , 2016)

Investigaciones internacionales

Dentro del ramo de la construcción, la demolición genera un gran impacto al medio ambiente por medio de los suelos, varios países han buscado una manera óptima para su manejo. (Díaz, 2018)

González (2010) hace referencia que, en Estados Unidos se recicla el concreto de manera habitual, la Asociación Federal de Carreteras, en 1985, durante la ampliación de 7,000 carreteras de Wyoming, el agregado que se utilizó fue una mezcla de materiales naturales y reciclados, con lo que se ahorró el 16% del costo total.

Entre tanto, Romero (2008) habla sobre Holanda donde se prohíbe el vertido de RCD reciclables desde 1997. En Alemania, siguiendo el mandato contenido en la 'Ley de Ciclos' los residuos recuperables de construcción y demolición, no deben de ser vertidos. En Flandes hay una prohibición de verter residuos de construcción y demolición mezclados que comenzó en julio de 1998. Austria obliga por ley a separar (demolición selectiva) y reciclar RCD desde 1993.

Según (Aldana & Serpell , 2016)“No existe consenso mundial sobre el volumen total de RC&D. Estos van a depender de las tecnologías, idiosincrasia, nivel cultural de los

profesionales del sector, entre otros”. (p, 9). Se han desarrollado metodologías de cuantificación de estos residuos, sin embargo, no se cuenta con estudios científicos avalados que analicen conjuntamente todas las variables que inciden en la tipología y magnitud de los residuos generados por una unidad de obra.

Investigaciones Nacionales

Para Suárez, et al., (2019):

De acuerdo con POGOTECH (2017), en el mundo, cada año se producen más de 6,5 mil millones de toneladas de RCD, de las cuales entre 2,6 y 3 mil millones de toneladas corresponden a residuos inertes de la construcción y de la demolición. Es por esta razón, que países como Alemania, España y Bélgica, se encuentran a la vanguardia en el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos, adelantando una política que incluye separación en la fuente, tratamientos específicos y aprovechamientos en diferentes áreas de la construcción, disminuyendo el porcentaje de material residual a ser dispuesto. (p. 226).

“En Cali se producen aproximadamente 2500 m³/día de residuos de construcción y demolición (RCD), situando a esta ciudad entre los primeros puestos de las capitales colombianas con mayor generación de este tipo de residuos” (Jiménez, et al, 2019., p. 88). “Si bien es cierto que en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla se han dado avances en el desarrollo de normativa y programas de mejoras en la gestión de los RCD, también en las ciudades intermedias como Ibagué y Villavicencio se ha visto la necesidad de promover la gestión integral de estos residuos y diseñar programas de aprovechamiento con el fin de solucionar la problemática generada por su inadecuada disposición”. (Suárez, et al., 2019, p. 228)

La generación de RCD se incrementó en el 2011 en las principales ciudades con actividad edificadora como Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla, Valledupar, Pasto, Manizales, Pereira, Neiva, Ibagué y San Andrés, se produjeron más de 22 millones de toneladas (Ministerio de Ambiente Sostenible [MADS], 2017). Pese a lo que refiere el mismo en su artículo 19, el porcentaje de reutilización mínima de un generador de RCD es de 10% a fecha de 2021, siendo este un mínimo aporte a la gestión ambiental y sostenible de una compañía, sin embargo, para la ciudad de Bogotá y mediante MADS (2017) se tenía ya una guía para poner en marcha un plan de aprovechamiento de este tipo de residuos y su reintegración al ciclo de vida del material. Algunos autores han planteado guías independientes que permitan aterrizar la resolución 0472 de 2017 a diferentes entornos reales para poder mitigar los efectos de la generación masiva de RCD. (Guerrero, 2019 & Bermejo, 2016), sin embargo, según Aldana & Serpell (2016) aun cuando las empresas realicen una adecuada disposición de sus RCD, es poco el aprovechamiento de estos residuos en las obras y sus resultados son poco significativos.

Reutilizar residuos de construcción y demolición constituyen un aporte a la sostenibilidad no sólo de la compañía que lo realiza, sino al entorno, permite reintegrar materiales con vida útil a procesos de construcción con una previa certificación de la calidad de estos. En estudios realizados por Pérez & Reyes (2018) en Palmira Valle se formuló un plan de gestión de reaprovechamiento de RCD, en donde se clasificaron los residuos de acuerdo a sus características para luego procesar los residuos aprovechables y utilizarlos para la conformación de las bases granulares de la pavimentación del proyecto de vivienda. En casos como estos, se reducen costos en materiales de construcción de infraestructura vial tradicional como asfalto y derivados pétreos, transporte de estos materiales y se genera una mejor gestión ambiental del proyecto de construcción.

La industria de la construcción y las edificaciones son los principales consumidores de recursos naturales, consumen cerca del 60% de los materiales extraídos de la tierra. Según el Worldwatch Institute, (Europe, s.f.) la Unión Europea estima que las edificaciones consumen el 40% de la energía total y también son responsables del 30% de las emisiones de gas carbónico -CO₂. Además, generan aproximadamente el 40% de los residuos producidos por el hombre. (Villalba, 2018), en los casos en que los RCD son dispuestos en sitios autorizados, estos en ocasiones no cuentan con la capacidad suficiente para el acopio de los grandes volúmenes que se generan diariamente en Bogotá, además de que el traslado de estos no solo generan sobre costos, si no también se requiere realizar recorridos de grandes distancias por parte de los transportadores dado que los sitios de disposición final se ubican en la periferia de la ciudad de Bogotá o fuera de la ciudad, generando adicionalmente una huella de carbono, que como lo indica el MADS (2018), genera emisiones de 8 gases de efecto invernadero (directas e indirectas), medidas en emisiones de CO₂ equivalente, liberadas a la atmósfera.

Tanto en Colombia como en el mundo, la utilización de los RCD incluidas las labores de construcción y conservación de proyectos de Infraestructura, traen consigo actividades que proporciona grandes beneficios técnicos y ambientales. A pesar de que existen resoluciones, leyes y guías para la gestión adecuada de estos residuos, el control del cumplimiento de estos materiales no siempre es el óptimo debido a la carencia de una normativa técnica que incluya a los RCD, debido a que la normativa vigente sólo contempla la utilización de materiales convencionales. Actualmente en Bogotá se genera un gran volumen de residuos que no siempre son aprovechados eficientemente, lo cual crea la necesidad de contar con mayores zonas de disposición final y una creciente demanda de agregados para satisfacer la necesidad de los proyectos en curso y los planeados para un futuro cercano. De acuerdo con lo anterior, se debe desarrollar un programa para la correcta separación y almacenamiento de los RCD

generados en obra, que describa las formas de aplicación y uso de los materiales aprovechables provenientes de las obras en nuevos insumos.

En Colombia, el registro evidencia hasta la fecha, que grandes cantidades de residuos o escombros producto de la industria de la construcción son dispuestos en lugares inadecuados o son mal utilizados, como relleno en sitios que a futuro servirán como zonas de construcción de nuevas edificaciones, transformando estos espacios en terrenos inestables y muy difíciles de ser aprovechados. (Pacheco, 2017, p. 534).

Según Vidal, Reyes-Ortiz, y Peñuela: (2011) “El desarrollo de varias investigaciones orientadas al aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) para la generación de nuevos materiales (pág., 721-740), ha servido como motivación para expedir numerosas leyes, decretos y resoluciones en países como Colombia (Ley Congreso de la República, 2008).

Marco institucional

La construcción no solo se refiere a ladrillos, cemento y concreto, es un importante sector de la economía que utiliza insumos, herramientas, maquinaria y equipos diversos que son suministrados por otras ramas e industrias como la cementera, siderúrgica, del vidrio, pinturas y plástico, maderera, eléctrica y metalúrgica, entre otras, y cuya dinámica representa, por los encadenamientos asociados e intensificación de la demanda de bienes que producen tales compañías, un verdadero impulsor de la economía del país, además por su destacada contribución en la generación de empleo al ocupar todo tipo de personal, desde mano de obra no calificada, pasando por aprendices y hasta involucrar a técnicos, profesionales y especialistas en distintas áreas del conocimiento. (Secretaría de Infraestructura Física de Antioquia, 2020, p.6)

La actividad económica en general está dividida en sectores y cada uno de ellos referencia una parte de la actividad económica con elementos de características comunes, que guardan unicidad y se distinguen de otras agrupaciones; cuya división se hace conforme los procesos de producción que acontecen al interior de cada uno de ellos. Desde la teoría económica se establece que son tres los sectores de la economía, el sector primario o agropecuario, el sector secundario o industrial y el sector terciario o de servicios. Sin embargo, también existe una clasificación de la actividad económica basada en especialidades que permite una mayor comprensión del mercado, la cual introduce los sectores: Agropecuario, de servicios, industrial, de transporte, de comercio, financiero, de la construcción, minero y energético, solidario y de las comunicaciones. (Secretaría de Infraestructura Física de Antioquia, 2020)

En el año 2020, a raíz del brote de Covid-19, la economía mundial presenta un shock de oferta y demanda debido a las acciones implementadas para la contención del virus y la reducción del consumo por parte de los hogares, en Colombia el producto interno bruto

presentó un decrecimiento anual de -9% en el tercer trimestre de 2020, los sectores económicos que presentan una mayor contracción son entretenimiento (-29,7%), construcción (-26,2%) y comercio (-20,1%) El caso específico del comportamiento del sector de la construcción obedece al decrecimiento de los rubros de edificaciones (-27,2%), obras civiles (-26,4%), y actividades especializadas (-24,7%). Al analizar la participación del sector de la construcción en el total de la economía, se evidencia que ha disminuido de forma significativa a lo largo del año 2020, lo anterior se sustenta en que en periodos anteriores tenía una participación promedio de 7% mientras que en lo corrido del año 2020 no supera un nivel de 5,4%, lo cual refleja el decrecimiento más marcado del sector construcción comparado con el agregado de la economía nacional. (Camacol, 2020).

El DANE reveló que en el segundo trimestre de 2021 la economía colombiana creció 17,6% y en esta oportunidad todas las actividades económicas registraron variaciones anuales positivas, incluyendo la construcción, uno de los sectores más importantes pero que está en recesión desde hace 10 trimestres.

Concreto S.A. es una sociedad anónima comercial, con sus acciones inscritas en el Registro Nacional de Valores y Emisores -RNVE- y la Bolsa de valores de Colombia -BVC-, sujeta a las normas mercantiles de la República de Colombia, cuenta con 60 años de experiencia y trayectoria, líder en los segmentos de construcción, inversión y vivienda, tiene operaciones en Colombia, Panamá y Estados Unidos, sus oficinas principales se encuentran ubicadas en la Cra. 43 a No. 18 Sur 135 Piso 4. Torre Empresarial Sao Paulo, Medellín, Colombia. El sector de la economía a la que pertenece es el de la Construcción sección F división 41- 42 – 43 y sus CIIU principal es 4210, el secundario 4112 y otras actividades 4210. (CCB, s.f.).

Sus nichos de mercado están en el desarrollo de proyectos de infraestructura y edificación, para lograr transformar el entorno físico generando progreso, en beneficio equilibrado de la

comunidad, los accionistas, los clientes, empleados y proveedores, impulsando la transformación del sector construcción basados en conocimiento y apalancados en tecnologías y herramientas digitales, buscan incrementar la productividad, construyendo el futuro de sus clientes y minimizando el impacto sobre el medioambiente, sus focos de estrategia están en productividad en el uso eficiente de los recursos y ejecución impecable, industrialización en ensamblar para construir y automatización, transformación digital con el uso de tecnologías digitales en toda la cadena de valor ecosistema de datos – analítica descriptiva y analítica predictiva, sostenibilidad menor impacto sobre el medioambiente. (Concreto, s.f.)

La Compañía es una empresa de servicios, dedicada al desarrollo de proyectos de construcción e Infraestructura, al estudio, diseño, planeación, contratación y ejecución de toda clase de edificaciones, obras civiles y bienes inmuebles en general, así como la realización en ellas de adiciones, mejoras, modificaciones, restauraciones y reparaciones. Igualmente, la Compañía tiene por objeto también la prestación de servicios técnicos y de consultoría en los diferentes campos de la ingeniería civil, y la realización de trabajos, estudios, consultorías y proyectos en materia de urbanismo y arquitectura. Igualmente, la Compañía administra proyectos inmobiliarios, bodegas y locales comerciales como generadores de renta, la experiencia, capacidad técnica y solidez financiera que han acumulado les permite participar en megaproyectos de infraestructura y consolidar un portafolio de inversiones de largo plazo, donde la construcción es el motor de los negocios. (Concreto, 2021)

Su estructura organizacional, Concreto S.A. cuenta con un órgano máximo y rector, que es la asamblea general de accionistas, la cual está compuesta por los Accionistas inscritos en el libro de registro de accionistas, quienes pueden asistir a las reuniones de la asamblea por sí mismos, o mediante sus representantes legales o apoderados designados por escrito, reunidos con el quórum y en las condiciones previstas en los Estatutos Sociales, es por medio de los órganos de administración (Junta directiva y Presidencia), se soportan en una estructura

organizacional conformada por las Vicepresidencias, la secretaria general y las Gerencias de Servicio. (Concreto, Gobierno Corporativo, s.f.).

Es una compañía altamente innovadora, que lidera la transformación digital del negocio de la construcción con herramientas de última tecnología que les permite optimizar la productividad en los proyectos. Por la naturaleza del negocio, la compañía consume y genera grandes cantidades de residuos, al igual que se ve involucrada en su cadena de suministro la mayor cantidad de proveedores disponibles en el mercado, a pesar que la compañía tiene un gran compromiso con un manejo responsable de los residuos y con la generación de nuevas estrategias enmarcadas en economía circular y optimización en el consumo, se hace necesario Formular las estrategias sostenibles que permitan el máximo aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición RCD de los proyectos de infraestructura de Concreto, con el fin de incrementar el indicador de reutilización de estos, aportando a la sostenibilidad de la compañía y del medio ambiente. (Concreto, s.f.).

Metodología

Primer nivel

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

De acuerdo con Cedeño (2012, p.25) la investigación mixta “Se fundamenta en el Pragmatismo. Éste reúne diferentes puntos de vista, múltiples técnicas cuantitativas y cualitativas, en un solo “portafolio” y luego selecciona combinaciones de aproximaciones, métodos y diseños que encuadran o se ajustan al planteamiento del problema que se investiga.”; permitiendo tener perspectivas múltiples que se complementan ayudando a tener una mejor comprensión del estudio realizado.

Con lo antes expuesto se definió para el proyecto de investigación un enfoque mixto, Cualitativamente se busca analizar, comprender y entender la efectividad de los resultados del buen manejo de RCD en Conconcreto, analizando los comportamientos y realizando un benchmarking con otras empresas, se busca identificar las características generales del problema y la oportunidad de la implementación de nuevas alternativas, este modelo de encuesta se plantea en tres segmentos, el primero está dirigido a las características de infraestructura (área construida, proyectos, registros de disposición de material, generación de RCD) , el segundo está enfocado en conocer las opiniones de los que conforman la etapa constructiva en las obras de infraestructura de la compañía en la ciudad de Bogotá, residentes y directores de obra; la tercera fase de la encuesta está orientada en conocer las capacidades y habilidades de diseñadores, ingenieros, arquitectos, maestros, albañiles, personal administrativo y operativo.

En el enfoque cuantitativo se medirá a través de encuestas, registros históricos e indicadores que permitan corroborar los diferentes lineamientos asociados a la cantidad de RCD producidos en las obras y recolectar información para las variables a medir.

El tipo de estudio será “Descriptivo”, se analizará el comportamiento de la empresa frente a estrategias de sostenibilidad para el aprovechamiento de los RCD. Según Hernández, et al (2014, p.92) este diseño de investigación “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”. El diseño del proyecto de investigación se definió como “No experimental”, dado que no se realizará ninguna intervención, y transversal porque hay un solo momento de recolección de datos de acuerdo con el desarrollo del proceso de investigación.

De acuerdo con lo mencionado el presente trabajo plantea las siguientes hipótesis:

1. Existe relación significativa entre los volúmenes generados de RCD por la construcción y demolición de las obras de infraestructura de la compañía, en función de las áreas de construcción obtenidas de los permisos de construcción otorgados por la curaduría urbana de Bogotá.
2. La Compañía podría aumentar el porcentaje de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, si identificara correctamente en la fuente los residuos que producen.

Tabla 1

Definición de variables

Hipótesis	Descripción	Variables	Definición conceptual	Definición Operacional
1	Existe relación significativa entre los volúmenes generados de RCD por la construcción y demolición de las obras de infraestructura de la compañía, en función de las áreas de construcción obtenidas de los permisos de construcción otorgados por la curaduría urbana de Bogotá.	Variable Dependiente Volúmenes generados de RCD	Son los que surgen de las actividades de construcción, remodelación y demolición, también son los materiales excedentes derivados de diferentes excavaciones, construcciones civiles y edificios, trabajos en vías, actividades de remodelación y demolición. (Wang et al.; 2010).	Indicador de Generación de excavación (movimiento de tierra) y cimentación Volumen del RCD vs Volumen de concreto, expresado en m3/m3. Indicador de Generación en demoliciones (pétreos y no pétreos), Volumen del RCD vs Área de construcción a demoler, expresado en m3/m2
		Variable Independiente Área construida	Parte edificada que corresponde a la suma de las superficies de los pisos.	Unidades de superficie, masa y volumen, expresados en m2, ton y m3
2	La Compañía puede aumentar el porcentaje de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, si clasificara correctamente en la fuente los residuos que producen.	Variable Dependiente Aprovechamiento	Es el proceso mediante el cual, a través de la recuperación de los materiales provenientes de los residuos de construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje. (SDA, 2020).	% De reutilización por Toneladas o m3

		<p>Variable Independiente Identificación de RCD en la fuente</p>	<p>La Separación en la fuente es la actividad de seleccionar y almacenar los diferentes residuos sólidos en su lugar de origen, para facilitar su posterior manejo y aprovechamiento. (SDA, 2020).</p>	<p>Clasificación en aprovechables y no aprovechables</p>
--	--	---	--	--

Nota: Creación propia. Las muestras tomadas estarán basadas en proyectos de construcción de infraestructura en la ciudad de Bogotá, los cuales deben cumplir con los requerimientos mínimos que solicitan normativamente la Resolución 0472 del MADS del 2017, y se medirán de acuerdo a los criterios evaluados del manejo de los RCD en estos proyectos de construcción comprendidos en el año 2020, con esto pretendemos categorizar los indicadores más relevantes.

Población y Muestra

La compañía Concreto cuenta con 3902 colaboradores, distribuidos en 1879 empleados directos y 2023 empleados indirectos, entre los que se encuentra la alta gerencia, gerentes de proyectos, diseñadores, ingenieros, arquitectos, directores de obra, residentes, maestros, albañiles, personal administrativo y operativo, etc. De estos aproximadamente 1800 corresponden específicamente a los procesos de infraestructura y construcción.

Para esta investigación se establece que el enfoque cuantitativo se trabajará con muestras no probabilísticas por conveniencia, donde la unidad de análisis, está entre el personal de los procesos de Infraestructura y construcción, en los niveles de gerencia, dirección y construcción de obra, pues son el personal que tiene actuación directa en los procesos de manejo de RCD y que puede tomar decisiones frente a su debida clasificación y a su reutilización; esto excluye al personal o mano de obra constructor, pues llevan a cabo las obras pero no pueden incidir en el proceso final del cierre de ciclo de los materiales.

Según lo anterior se puede establecer una unidad de muestra de aproximadamente 18 empleados que participarán en el proceso de recolección de información.

Para el enfoque cualitativo se establecerá como mapeo las empresas de construcción que trabajan procesos de construcción e infraestructura al igual que Concreto que nos pueden permitir tener un comparativo de procesos o debidas prácticas en el manejo y reutilización de los RCD, centrándonos en una población de análisis en las que tienen proyectos en la ciudad de Bogotá, por medio de un muestreo de caso típico, estableciendo un máximo de 4 empresas de construcción.

Segundo nivel

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Se utilizarán encuestas, entrevistas, indicadores, observación directa, registros históricos y documentos internos y datos secundarios para la recolección de la información a procesar.

Para la encuesta se utilizará la herramienta Google forms, por la facilidad de la tabulación de la información recolectada, así mismo para las entrevistas se realizará el diseño de una guía de preguntas cortas para a través de respuestas abiertas recolectar datos más cualitativos.

Tabla 2

Instrumentos para recolección de datos de la investigación

Instrumento	Descripción	Propósito de uso	¿Cómo se va a aplicar?	¿A quién se va a aplicar?
Encuesta	Estudio descriptivo	Conocer la opinión de los interesados respecto al uso de los RCD en Concreto	Se aplicará a través de Google forms	Directores de obra, residentes y gerentes técnicos de las áreas de construcción e infraestructura

Entrevistas	Análisis descriptivo	Obtener información de manera oral de los interesados	Diseño de guía con preguntas cortas, las que se realizarán a través de un intercambio con el personal de la muestra por teléfono	Directores de obra, residentes y gerentes técnicos de las áreas de construcción e infraestructura
Indicadores	Instrumento que representa una relación entre variables	Medir los progresos del programa de RCD de la empresa	A través de la relación RCD generado vs RCD aprovechado	Al programa de aprovechamiento de los RCD en la empresa Concreto
Observación directa	Recolección de información partiendo de nuestras observaciones.	Tomar registros directamente del proceso de aprovechamiento de los RCD para analizarlos.	Observando el proceso de aprovechamiento de los RCD en Concreto y generación de matrices DOFA y PESTEL	A los interesados que adelantan el programa de aprovechamiento de los RCD en Concreto
Registros históricos	Documentos escritos sobre un tema de interés.	Aprovechar y aplicar las lecciones documentadas sobre el aprovechamiento de los RCD.	Revisión de documentos escritos sobre el aprovechamiento de los RCD.	Al proceso de aprovechamiento de los RCD en Concreto
Datos secundarios	Información existente en entidades externas	Aprovechar las lecciones aprendidas para aplicarlas en el programa de aprovechamiento de RCD en Concreto	Revisar la información existente sobre el uso de los RCD en entidades externas y aplicarlas en Concreto	Al proceso del aprovechamiento de los RCD en Concreto

Nota: Creación propia

Técnicas de análisis de datos

En los métodos mixtos el investigador confía en los procedimientos estandarizados y cuantitativos (estadística descriptiva e inferencial), así como en los cualitativos (codificación y evaluación temática), además de análisis combinados. La selección de técnicas y modelos

de análisis se relaciona con el planteamiento del problema, el tipo de diseño y estrategias elegidas para los procedimientos; y tal como hemos comentado, el análisis puede ser sobre los datos originales (datos directos) o puede requerir de su transformación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

Mediante la siguiente tabla se ilustran las diferentes técnicas a aplicar de acuerdo con los instrumentos de recolección definidos previamente:

Tabla 3

Técnicas de análisis de datos a usar en la investigación

Instrumento	Técnica de análisis	Descripción
Encuestas a los interesados de la investigación dentro de la organización	Comparación de datos cuantitativos y cualitativos,	Estadística descriptiva y matrices de análisis estratégico
Datos secundarios acorde a la investigación en el sector económico y la región	Análisis estadístico	Estadística descriptiva
Registros históricos y documentos de la organización relacionadas con el tema de la investigación	Análisis descriptivo Análisis estadístico	Estadística descriptiva y matrices de análisis estratégico
Observación – Matrices DOFA y PESTEL	Análisis descriptivo	Matrices de análisis estratégico para los resultados de las matrices iniciales.
Entrevistas a los roles gerenciales relacionados con el tema de la investigación	Análisis descriptivo	Conclusiones, inferencias y matrices de análisis estratégico

Nota: Creación propia

Análisis y discusión de los resultados

Siguiendo el desarrollo del primer objetivo de dar un diagnóstico acerca del manejo de los RCD en las obras de infraestructura de Concreto en la ciudad de Bogotá, se realizaron encuestas, entrevistas y las matrices DOFA y Pestel abarcando el enfoque cuantitativo y cualitativo respectivamente mencionado en el apartado anterior

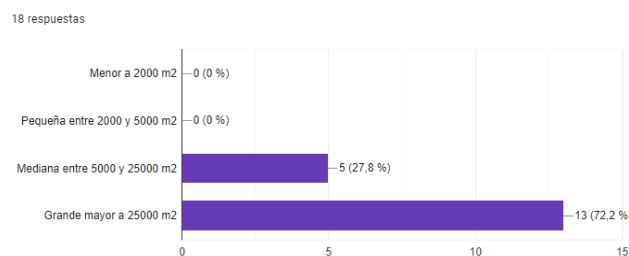
- **Resultado encuestas**

Para el análisis de los datos se tuvo en cuenta que las variables son cuantitativas dado que describen los datos obtenidos y discretas porque cuantifican numéricamente la presencia de las características de las variables objeto de estudio.

Estos son los resultados de la encuesta sobre el manejo de los RCD originados por las obras de infraestructura de la empresa Concreto S.A, para evaluar las principales dificultades que tiene el manejo de los residuos, la efectividad del marco normativo, reutilización de los RCD generados, oportunidades de mejora. La muestra de la encuesta fue realizada a 18 profesionales de obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá:

Figura 1

Tamaño de la obra

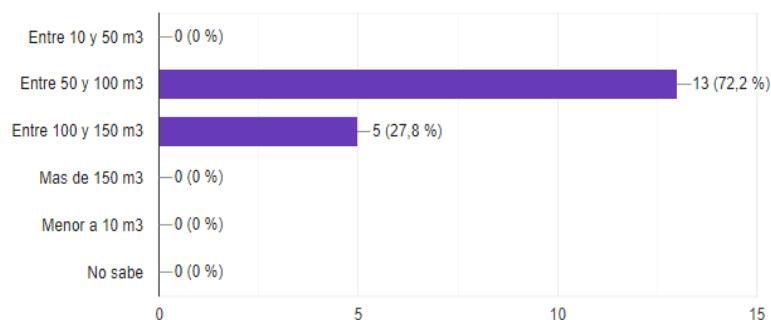


Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Figura 2

Generación RCD m3/mes

18 respuestas

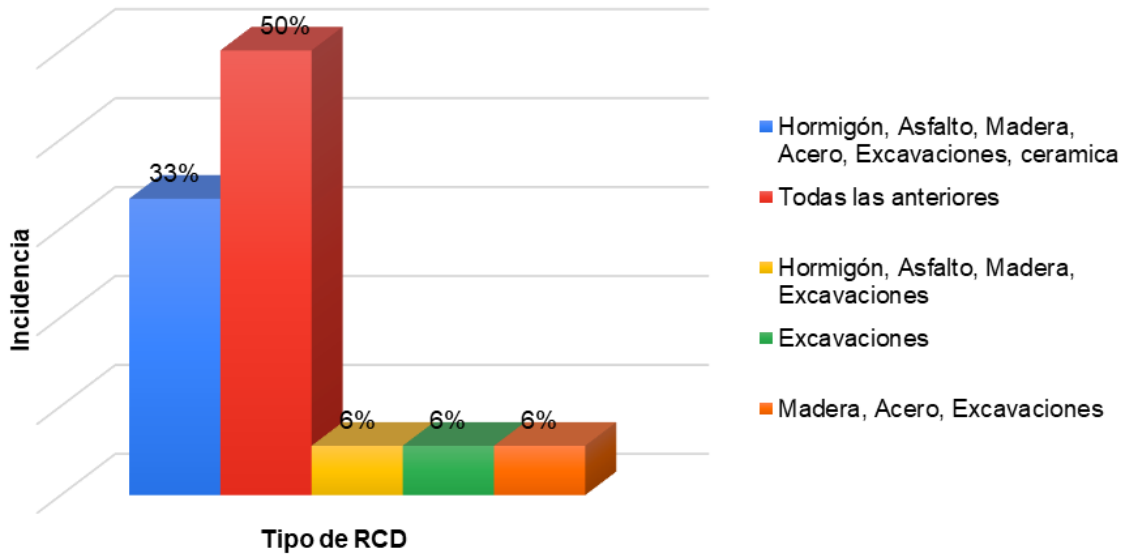


Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Conconcreto en Bogotá.

De acuerdo con las figuras 1 y 2, el desarrollo del estudio se llevó a cabo en obras de infraestructura de la empresa Conconcreto en la ciudad de Bogotá generadoras de RCD que fuesen de distintos tamaños en m², obteniéndose como se aprecia en los resultados 1 y 2 de la gráfica anterior, que el 100 % son obras medianas y grandes en m² de área construida, las cuales tienen un tamaño entre 5.000m² – 25.000 m² (27.8%) y >25.000 m² el 72.2% y cuya generación mensual de RCD mayormente está entre 50 y 100 m³/mes (72.2%), seguido por un 27,8% de las obras con generación de residuos entre 100 y 150 m³, siendo todas obras grandes generadoras de RCD de acuerdo con el marco normativo vigente, Resolución 0472 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, 2017), y que por consiguiente, requieren constantemente servicios de manejo de sus residuos de acuerdo con el avance y etapa constructiva de obra.

Figura 3

¿Qué tipo de RCD genera en sus proyectos de infraestructura?

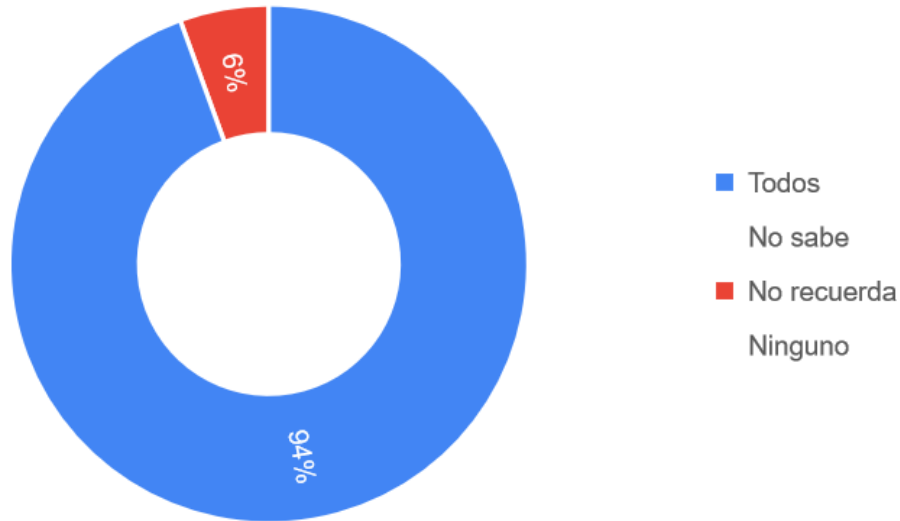


Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Conconcreto en Bogotá.

En la figura 3 se puede evidenciar, el porcentaje de generación de residuos pétreos y excavaciones objeto de la presente investigación, las obras de infraestructura están generando un 50% entre residuos pétreos y excavaciones, con un 33% en residuos de hormigón, asfalto, madera, acero y excavaciones, seguidas de un 6% para hormigón, asfalto, madera, excavaciones, otro 6% solo excavaciones y finalmente 6% entre madera acero y excavaciones. Con este resultado se corrobora que los residuos de mayor generación en obras de infraestructura son los pétreos y las excavaciones con un 50% que requieren de una adecuada gestión y manejo tanto interna como externa.

Figura 4

¿Qué tipo de RCD monitorea en sus proyectos de infraestructura?

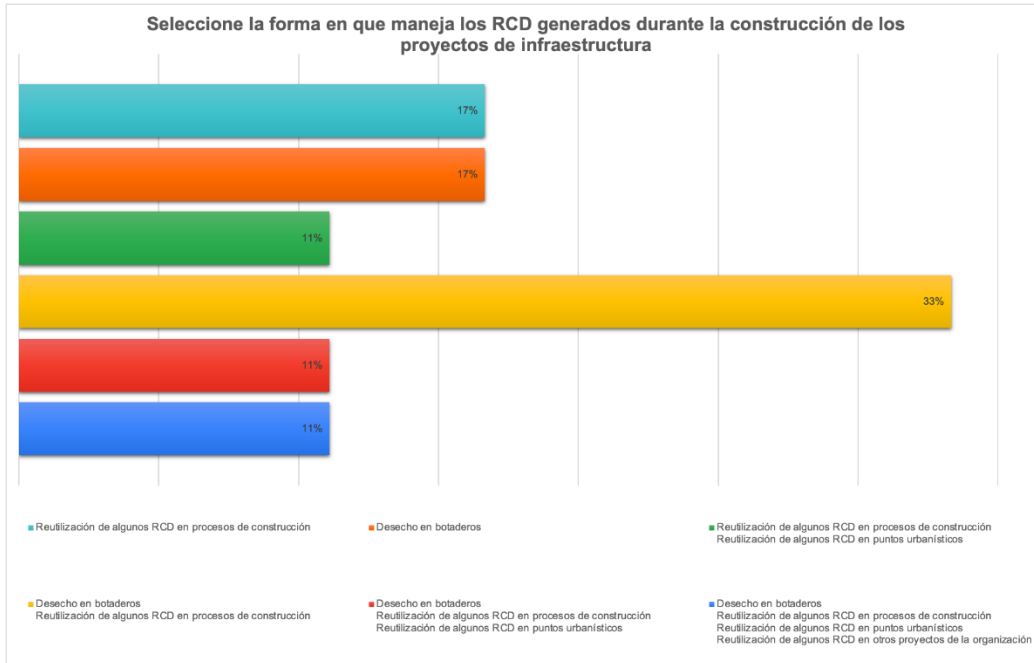


Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Se destaca en la figura 4, que los profesionales encuestados de la muestra se evidencia una alta importancia en el monitoreo de los RCD generados de sus proyectos, a pesar de que los proyectos de infraestructura son grandes generadores de RCD se puede concluir que el 94% de los profesionales afirma que todos los RCD generados en los proyectos tiene un monitoreo, mientras que solo un 6% no recuerda, esto nos permite establecer la relevancia del proceso para la adecuada clasificación en la fuente de los RCD generados el cual se puede aumentar ya que se tiene un monitoreo de todos los residuos generados de los proyectos de infraestructura en la ciudad de Bogotá.

Figura 5

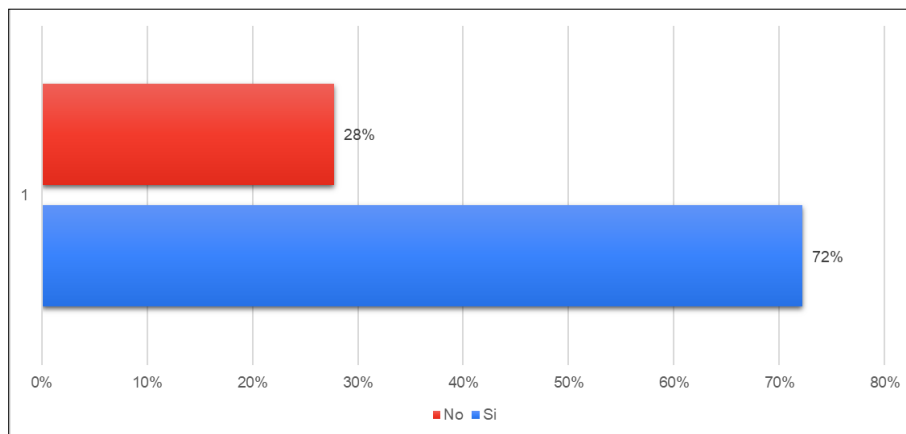
Forma en que se manejan los RCD generados durante la construcción de los proyectos de infraestructura



Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Figura 6

¿Cuenta con la infraestructura y proceso para la separación en la fuente de los RCD?

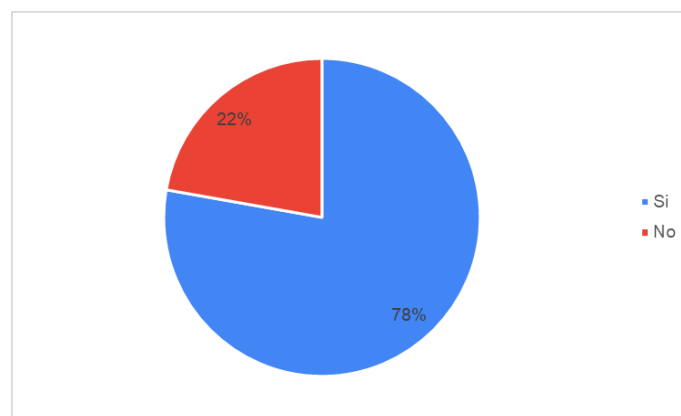


Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Se destaca en la figura 5, que para el 33% de los profesionales de las obras de infraestructura es muy importante destinar los RCD a aprovechamiento y/o reutilización en procesos de construcción y lo que no se puede reutilizar o aprovechar va a botadero, en especial teniendo en cuenta que el 72% de los profesionales entrevistados cuentan con procesos de separación de RCD en la fuente de generación como se evidencia en la figura 6, en conjunto estos dos resultados de la figura 5 y 6, demuestra que en efecto hay una evidente tendencia en los encuestados a cumplir los requerimientos establecidos en el marco normativo Colombiano, así como una alta tendencia de sostenibilidad en sus políticas internas para el manejo de sus residuos, generada por la concientización gradual que las obras de infraestructura de la empresa Conconcreto han venido teniendo con sus procesos internos de manejo de residuos y las oportunidades que estos residuos pueden generar impactando positivamente en el ciclo de vida del proyecto en el ambiente social, ambiental y económico, logrando así una construcción de proyectos de infraestructura sustentablemente sostenibles.

Figura 7

¿Reutiliza usted RCD adicional al 10% exigido por la norma en sus proyectos de construcción?



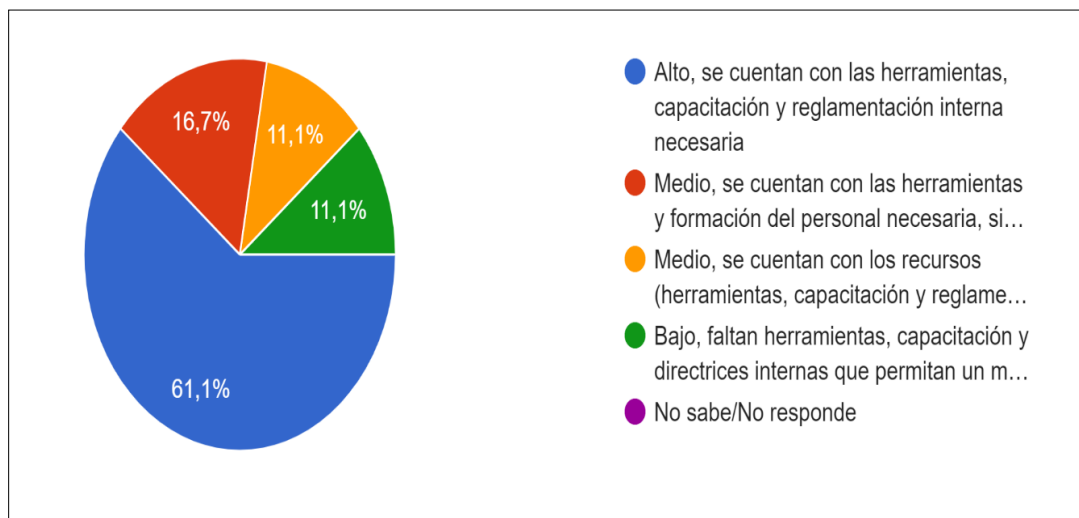
Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Conconcreto en Bogotá.

Adicionalmente a lo expuesto, estos resultados de la figura 7 se evidencian el potencial existente para aumentar, promover e incorporar como estrategia de compañía que las condiciones de separación en los proyectos que son la fuente de la generación de los RCD, se

realice desde los diseños de los proyectos logrando el aprovechamiento de residuos para las obras de infraestructura de la empresa Concreto para dar cierre a los ciclos de vida de los productos, debido a que este sector de la economía es uno de los generadores más grandes de RCD en nuestro país.

Figura 8

¿Cómo considera el nivel de manejo de los RCD actualmente en la organización para generar un porcentaje adicional al 10% exigido por la norma a corte de 2021?

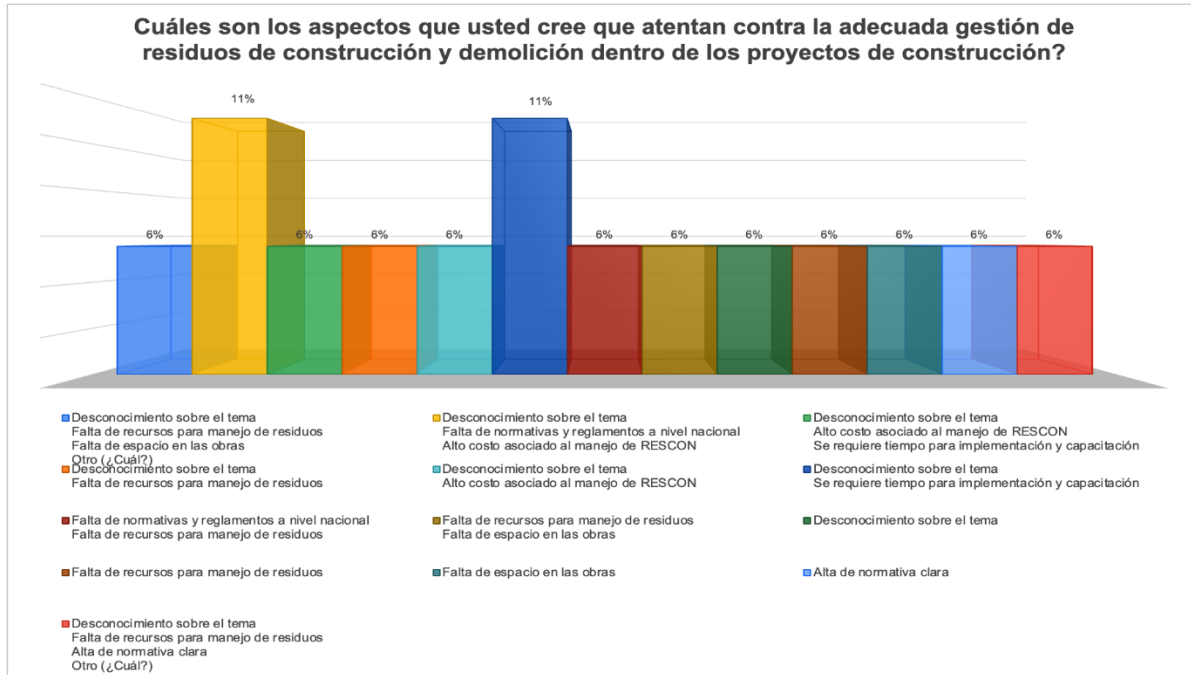


Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

El hallazgo evidenciado en la figura 8, el 61.1% de los profesionales encuestados considera que el nivel de manejo de los RCD en la compañía permite lograr el aumento del porcentaje dispuesto por la normativa vigente del aprovechamiento de los RCD generados en los proyectos de infraestructura, muestran la importancia que el proceso tiene al disminuir el riesgo de contaminación del medio ambiente, y la necesidad de facilitar los procesos de reciclaje y reutilización, estimulando su separación desde la fuente a través de un menor precio de gestión, adicional al fomento de la economía circular y la sostenibilidad del proceso constructivo del proyecto, la empresa y su imagen institucional.

Figura 9

¿Cuáles son los aspectos que usted cree que atentan contra la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición dentro de los proyectos de construcción?



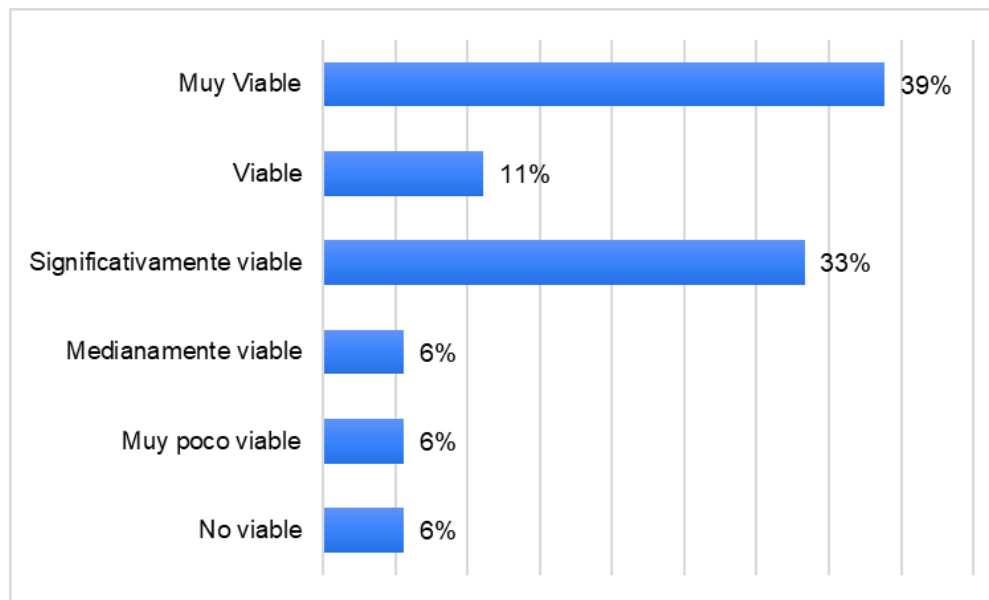
Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Se puede apreciar en la Grafica N°9 que existen dos porcentajes que se destacan, los profesionales encuestados estuvieron de acuerdo en que los aspectos que afectan la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición dentro de los proyectos de construcción de infraestructura son: el 11% desconocimiento sobre el tema, falta de normativas y reglamentos a nivel nacional, alto costo asociado al manejo de RESCON, con el mismo porcentaje del 11% se encuentra desconocimiento sobre el tema, se requiere tiempo para implementación y capacitación, se logra interpretar que a pesar, que la empresa cuenta con políticas para el manejo de los RCD y cumpliendo con la normativa vigente, existen falencias en las divulgaciones a sus colaboradores, ya que en los resultados obtenidos de la figura 9 se puede identificar que la palabra desconocimiento se encuentra en las dos, la falta

de conocimientos por parte de los profesionales en cuanto a la clasificación de los residuos sólidos de construcción y demolición presenta el primero de los inconvenientes a los que un plan de gestión de residuos se enfrenta para su puesta en marcha. De acuerdo con esta investigación, Concreto no es la excepción, por lo que se debe tratar la temática de los RCD con los profesionales, así como todos los que participen en la construcción del proyecto, tanto de obras públicas como privadas dentro de la ciudad, esto como primera medida de mitigación, que busca crear conciencia dentro del gremio e incentivar a la correcta separación en la fuente.

Figura 10

Del 1 al 10 qué tan viable es para usted el aprovechamiento de los RCD de los proyectos de infraestructura teniendo en cuenta el costo, valor ambiental y valor constructivo, siendo 1 inviable y 10 muy viable



Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con 18 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Se puede apreciar y destacar en la figura 10, sobre qué tan viable es el aprovechamiento de los RCD de los proyectos de infraestructura teniendo en cuenta el costo, valor ambiental y valor constructivo, en cuanto a los aspectos que las obras consideran diferenciales a la hora de tomar decisiones para adquirir una u otra solución de manejo integral RCD, los profesionales

que tiene a cargo proyectos tiene la responsabilidad de la toma de las decisiones y el rumbo de los proyectos, se ven en una encrucijada, deben lograr que el proyecto sea económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente impacte positivamente, aunque la variable precio juega un rol importante, ya que el 39% lo ve muy viable y el 33% lo ve significativamente viable, consideración a tener en cuenta, respecto a que hoy en día las obras requieren soluciones integrales como lo son los proyectos llamados llave en mano para el manejo adecuado de todo tipo de residuo. La disposición de los RCD se hace por Concreto de una manera juiciosa, pero se quiere llegar a lograr reducir estos impactos, enfocándose más en prevenir que en mitigar el problema, los proyectos deben ser escalables en pocas palabras, cualquier implementación de mejora se pueda implementar y adaptar a cualquier tipo de proyecto sea grande mediano o pequeño.

- **Resultado entrevistas**

Después de realizar las entrevistas propuestas desde la metodología de investigación y una vez realizada la recopilación de datos, se cuenta con la suficiente cantidad de información para proceder a realizar el análisis cualitativo, se utilizaron como instrumentos para la recolección de información entrevistas semiestructuradas a profesionales con conocimiento en el manejo de residuos sólidos con la finalidad de identificar qué proyectos y recursos posee la empresa para el manejo de los RCD y cuáles son las falencias de sus estrategias.

En el presente apartado se plasma la sistematización de la información recolectada a través de las entrevistas aplicadas a 3 profesionales con conocimientos en el manejo de residuos de RCD en los proyectos de infraestructura de la empresa Concreto.

Tabla 4.

Sistema categorial para la recolección de información sobre el manejo de los RCD en los proyectos de infraestructura de la empresa Concreto.

Categoría	Definición de la categoría	Participante ILO	Participante ICB	Participante IJB
Reutilización de los RCD	Son aquellos residuos provenientes de la construcción, rehabilitación y demolición de cualquier tipo de obra que potencialmente pueden ser usados nuevamente en el proceso constructivo de los proyectos. (secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá).	Llegar hacer una adecuada reutilización de los materiales en sitio o para la entrega y que estos materiales también sean aprovechados en los sitios de disposición para generar nuevos materiales y que se puedan aprovechar en otros proyectos o en el mismo si es necesario.	Buena reutilización de los residuos, podemos llegar a ser reconocidos como el proyecto que está teniendo mejor manejo en esta área y sería como el incentivo que se tiene.	Reutilizando un buen volumen de materiales de descapote y excavación porque estamos conformando algunas zonas verdes, pero de acuerdo con la experiencia el tema de lo que es madera y chatarra o residuos ferrosos son los que más digamos que oportunidad de reutilización tienen
Cumplimiento normativo	Instrumentos de regulación directa referentes al manejo adecuado y gestión de los RCD, los cuales son aplicables a todos los actores que intervienen en la cadena de valor (secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá).	Cumplimiento normativo, pues todas las empresas tienen que hacer este cumplimiento normativo porque puedes, si no, pues ya te conlleva sus acciones acordes a las resoluciones o decretos con las que se estén manejando	Las empresas deben implementar dentro de las que están organizadas dentro de su sistema de gestión una política encaminada no solamente a dar cumplimiento a la normatividad en cuanto al manejo y reutilización de RCD si no también encaminada aportar digamos en mayor o menor medida esa disminución en la explotación del material de arrastre y de cantera.	En la etapa de preconstrucción formulamos un plan un programa de manejo ambiental de RCD ese programa fue formulado con base en lo que establece la resolución 472 del 2017 nosotros lo radicamos ante la autoridad ambiental ante la CAR regional Soacha por qué ese es como el procedimiento que establece la resolución
Planeación del proyecto	La planificación del proyecto es la ordenación sistemática de las tareas para lograr un objetivo, donde se expone lo que se necesita hacer y cómo debe llevarse a cabo (Revista Unir)	Una planeación de cada uno de los proyectos donde se identifiquen y las actividades potenciales donde se van a generar esos RCD y partir de ahí elaborar un plan de gestión de los RCD y ese plan de gestión de residuos, pues debe contemplar en	Bueno, en la etapa de preconstrucción se definieron los tipos de materiales que se iban a generar, particularmente corresponden a material de descapote, material de excavación, demolición de concreto y fresado	Desde la planeación saber cuál y cuanto es la cantidad de materiales de construcción que vas a utilizar cuáles son susceptibles de generar residuos cuáles no, qué volúmenes se pueden generar y todo esto si uno lo haces de la

		primer lugar una separación adecuada de acuerdo a las características y a su potencial de reutilización	de pavimento asfáltico, son los que se proyectaron generar entonces de acuerdo a esas características nosotros buscamos como gestionarlos a través de un gestor externo o la reutilización en este proyecto es el gestor externo	planeación seguramente te va a generar buenos resultados en el momento en el que en el que puedas digamos que empezar a hacer la gestión.
Capacitación al personal del proyecto	La capacitación, es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual el personal adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a aspectos de la organización, el puesto o el ambiente laboral. (Chiavenato 2009)	Es fundamental el conocimiento que deben tener todos los profesionales que se encuentran en los proyectos, por eso es importante las capacitaciones al personal ambiental para que se mantenga a la vanguardia, pero más aun importante al personal técnico de las demás áreas que conforman al proyecto, de eso depende en gran medida que se logre la meta de aumentar el porcentaje de aprovechamiento de los RCD.	Las capacitaciones es algo fundamental porque así se puede llegar a todos los interesados del proyecto donde con ese conocimiento puede ser más fácil el camino para lograr llegar a un aumento del porcentaje de aprovechamiento para que no sea tarea solo del área ambiental sino de todos los interesados de este.	las capacitaciones esto es muy importante para los profesionales en los proyectos entonces es muy importante ese tema de pronto que desde la compañía nos puedan apoyar en capacitación sobre todo no solamente para el personal ambiental si no de pronto para los ingenieros residente que están involucrados en ese tema

Nota: Creación propia a partir de resultados de levantamiento de información primaria con entrevistas a 3 profesionales en obras de infraestructura de la empresa Concreto en Bogotá.

Después de realizar el análisis de los datos cualitativos por medio del sistema categorial para la recolección de información sobre el manejo de los RCD en los proyectos de infraestructura de la empresa Concreto, se puede evidenciar que desde la creación de la idea para los proyectos y la materialización de esta se debe establecer directrices para promover desde el diseño la incorporación de una planeación de los materiales que se van a utilizar así como los residuos RCD que se van a producir, como se va obtener su proceso de

reutilización y reincorporación en los proyectos para darles un nuevo uso y lograr así cerrar el ciclo de vida de estos, visualización y migración integral de un modelo de economía lineal a un modelo de economía circular, lo mencionado va de la mano con las orientaciones y capacitaciones que se establezcan para el grupo de interés interno de los proyectos, en especial ese personal que ejecuta los procesos de construcción para lograr que ese control se materialice con éxito.

- **Matrices DOFA y Pestel**

Para el diagnóstico de la compañía se utilizaron herramientas conocidas y que permiten una evaluación de factores internos y externos y su impacto dentro de la gestión del proceso de gestión de RCD

De acuerdo con el Anexo 1. Matriz DOFA del manejo de RCD en obras de infraestructura en Concreto, podemos decir que esta una compañía sólida en el cumplimiento de las normas vigentes para la gestión y manejo de los RCD fortalecida por el enfoque sostenible durante el desarrollo de sus proyectos de construcción de infraestructura, y que además está orientada a la innovación de sus procesos y tiene la apertura a las nuevas tecnologías que se puedan implementar para dar valor a la cadena del negocio. Sin embargo, es poco la exigencia de la resolución 472 de 2017 en cuanto al porcentaje obligatorio de reutilización de RCD, ya que en algunos países europeos el porcentaje de reutilización es del 70% y en Japón por ejemplo es del 97% (Suárez, 2019) comparado con una proyección máxima del 30% de nuestra normativa. Lo que nos muestra que si es posible realizar mejores usos de los RCD y aprovecharlos como una parte sostenibles dentro del proceso constructivo. Adicionalmente el poco acompañamiento del gobierno en la consecución de estos resultados y que no solo no genera controles estrictos en el cumplimiento de la norma, sino que no es retadora ni gestora de un buen plan de sensibilización en el sector no permite mayores avances en el tema.

El aprovechamiento de los RCD es un pilar de la cultura sostenible de una sociedad altamente tecnificada y que cada día genera más residuos y construye a un ritmo acelerado imponentes obras de infraestructura y desarrollo social, el gobierno debe apoyar a las grandes empresas como piloto de gestión social, ambiental y económica por los impactos que se generan.

Para el Anexo 2. Análisis PESTEL para el manejo de RCD en las obras de infraestructura de Concreto podemos observar cómo se presentan unas oportunidades de aprovechamiento o reutilización como estrategias de ahorro en el consumo de materiales de construcción para proyectos de infraestructura en ejecución, debido al alza y la escasez de materiales por la pandemia, la organización con su manifiesto sostenible puede abanderarse del proceso de reutilización de residuos para poder incluirlo en un ciclo de vida del material y poder convertir una amenaza del negocio en una oportunidad. Además de las ventajas que ofrece toda la transformación digital de la compañía a través del manejo del modelado BIM y de la data en sus plataformas virtuales lo que permite un mejor control de los indicadores de volúmenes generados de RCD en sus proyectos de acuerdo con el área construida y la capacidad de reutilización que se le está dando a estos.

Como desarrollo del segundo objetivo enfocado a la revisión de indicadores que permiten evaluar el impacto ambiental y económico del manejo de los RCD en las obras de infraestructura en Concreto se realizaron los siguientes análisis:

- **Análisis de las estrategias de sostenibilidad y manejo de RCD en el 2020 – 2021**

Iniciativas para el cierre de ciclos de materiales:

El equipo de abastecimiento de Concreto acordó y cerró negociaciones de precios con empresas encargadas de la disposición final de materiales sobrantes. Estas empresas

capacitan constantemente al personal de obras con el fin de realizar la adecuada gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

Junto a Cementos Argos, se logró crear la campaña de recolección de sacos de cemento utilizados en obra, permitiendo una reducción de desperdicios considerable.

Negociación de acero con despacho diario para reducir desperdicio en obra, al recibir el acero diario, la obra tiene el material en cada uno de los frentes de trabajo, eliminando el movimiento y pérdida de este.

Se trabaja por tener un óptimo manejo de residuos en obras de construcción y gestionamos a través de gestores ambientales los residuos de materiales generados en los proyectos, clasificándolos conforme a su composición (plásticos, metales, residuos pétreos, cartón y papel, residuos peligrosos – RESPEL, y los no aprovechables), ayudando a minimizar la disposición final estos e impulsando la labor de empresas o fundaciones recicladoras.

Cifras de 2020 – Desempeño ambiental y gestión de residuos

El sector construcción es dinámico y tiene gran impacto en otros sectores relacionados, por eso se continúa priorizando el uso de materiales regionales y mejorando la eficiencia en el consumo, lo cual aumenta la sostenibilidad de la extracción y procesamiento de materiales de construcción, permitiéndonos generar mayor crecimiento y desarrollo económico. A continuación, se presenta el consumo de los materiales que se utiliza en la fase constructiva:

Tabla 5

Consumo de materiales en el 2020 – Concreto

CONSUMO DE MATERIALES EN PROYECTOS DE CONCRETO 2020							
Acero	Bloques y ladrillos	Cemento	Combustibles	Material de playa	Mezclas de concreto	Pre fabricados	Madera
kg	Unidad	kg	Galón	m3	m3	Unidad	Unidad
Comercio y Oficinas							
410.821	29.650	2.045	140	37	1.242	510	215
Industrial e institución							
824.620	22.324	8.826	10.385	3.178	31.370	1.525	1.123
Vivienda							
2.125.888	155.193	37.364	17.612	11.616	9.813	180.841	29.255
Infraestructura							
424.471		6.102		167.237	2.099		537

Nota: Plan de Gestión de Concreto 2020 (Concreto, 2020)

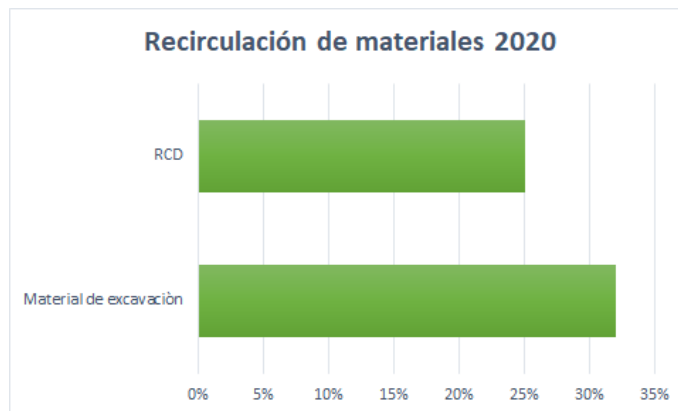
Gestión de residuos

Se hacen procesos de cierre de ciclos con los siguientes materiales:

- Residuos de construcción y demolición (RCD).
- Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos, entre otros.
- Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.
- Hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.

Figura 11

Recirculación de materiales en el 2020



Nota: Creación propia de acuerdo con los resultados de recirculación de materiales datos extraídos del informe de gestión

La reutilización de dichos materiales se dio en llenos no estructurales, conformación y nivelación de terrenos, restauración de áreas degradadas, restauración ecológica o arborización urbana o rural.

Avance de manejo de RCD a través de los años:

A continuación, se podrá evidenciar como ha mejorado el proceso de manejo ambiental, según sus cifras de desperdicios generados en Concreto, los cuales muestran una disminución vidente del 2018 en adelante:

Figura 12

Desperdicios Generados en Concreto 2020, 2019, 2018 y 2017

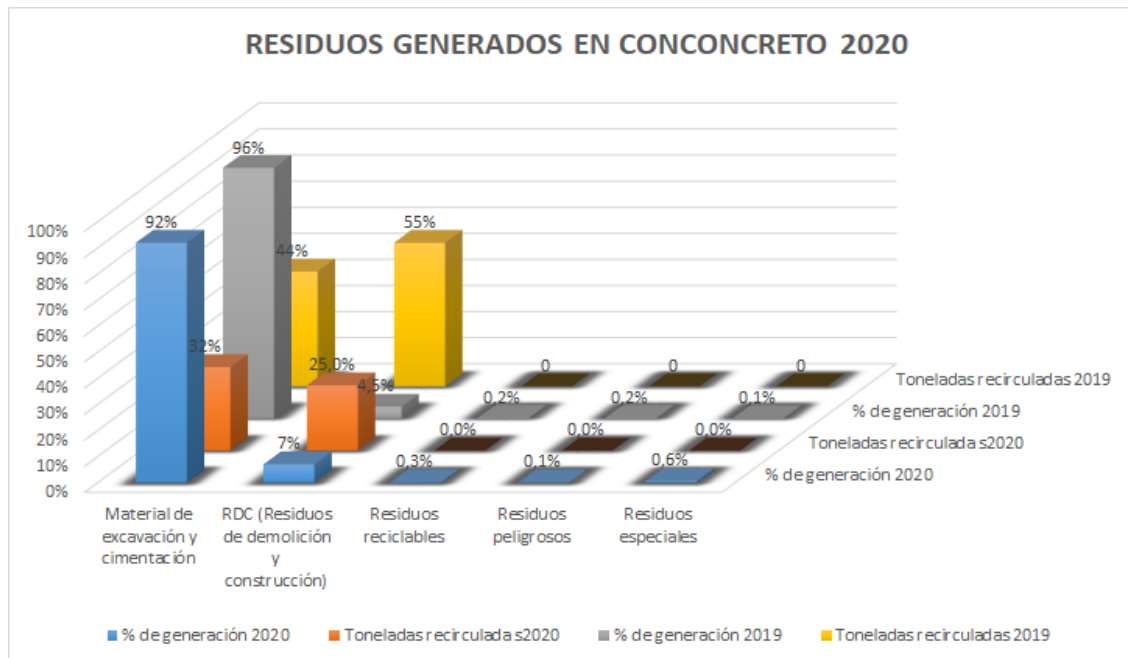


Nota: Creación propia

Los residuos generados en los proyectos de infraestructura y construcción en Concreto, son analizados frente a la cantidad de residuos reciclados, es decir residuos aprovechados en sus procesos generando un nuevo uso o cerrando su ciclo de vida.

Figura 13

Residuos Generados vs residuos reciclados 2020 y 2019

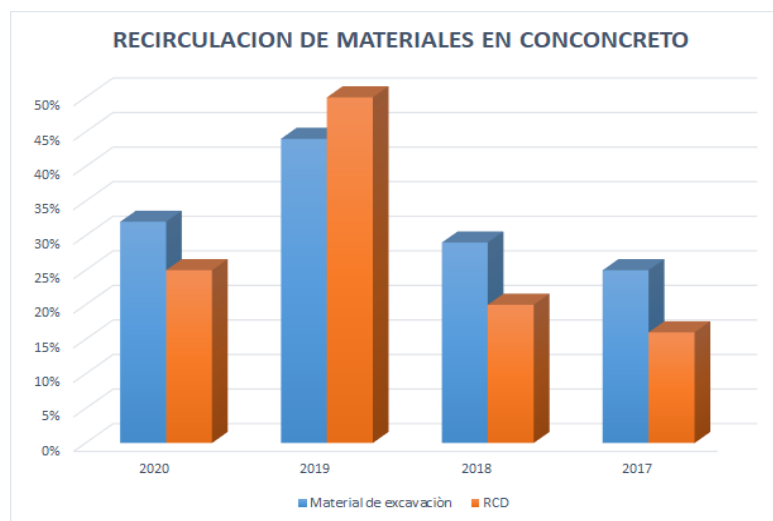


Nota: Creación propia

A través de los años, Concreto ha mejorado sus procesos de recirculación de materiales, lo cual ha logrado mejorando y ajustando sus estrategias de sostenibilidad de acuerdo con la realidad de sus proyectos y al emplazamiento de ellos:

Figura 14

Comparativo de Recirculación de materiales en los años 2020, 2019, 2018 y 2017



Nota: Creación propia

Debido a la emergencia Covid 19, se generó un paro en las actividades, lo que produjo una reducción considerable en la generación de residuos con respecto a años anteriores, por lo que esto afectó el avance en implementación de recirculación de materiales en el 2020.

- **Identificación de posibles oportunidades de aprovechamiento de los RCD en las obras de infraestructura de Concreto**

Como una fuente de identificación de las oportunidades de aprovechamiento de los RCD para las obras de infraestructura de Concreto y cumpliendo con el tercer objetivo, se

relaciona la información que se encontró respecto al manejo de RCD que le han dado las siguientes empresas: Constructora Colpatria, Constructora Amarillo y Cemex:

Tabla 6

Comparación manejo RCD constructoras

	Constructora Colpatria	Constructora Amarillo	CEMEX
Desempeño RCD 2020	<p>Unidad de negocio de vivienda: -4% de aprovechamiento de los residuos -5.000.000 kg de residuos</p> <p>Construcciones a Terceros: -30.000.000 kg reutilizados (24%)</p> <p>Negocio de infraestructura: - Aprovechamiento 220.000 kg (32%) (Constructora Colpatria, 2020)</p>	<p>-Reutilización Material de:</p> <p>Excavación: -2020 = 74% -2019= 33%</p> <p>Escombros: -2020 = 37% -2019= 60%</p> <p>Reutilización TOTAL RCD: -2020= 55% -2019= 36% (Amarillo, 2020)</p>	<p>El 94% de los residuos se reutilizan, reciclan o recuperan. 100% reciclable el concreto como agregado o base para carreteras.</p> <p>(Cemex, 2020)</p>
Desempeño RCD 2020	<p>Unidad de negocio de vivienda: -4% de aprovechamiento de los residuos -5.000.000 kg de residuos</p> <p>Construcciones a Terceros: -30.000.000 kg reutilizados (24%)</p> <p>Negocio de infraestructura: - Aprovechamiento 220.000 kg (32%) (Constructora Colpatria, 2020)</p>	<p>-Reutilización Material de:</p> <p>Excavación: -2020 = 74% -2019= 33%</p> <p>Escombros: -2020 = 37% -2019= 60%</p> <p>Reutilización TOTAL RCD: -2020= 55% -2019= 36% (Amarillo, 2020)</p>	<p>El 94% de los residuos se reutilizan, reciclan o recuperan. 100% reciclable el concreto como agregado o base para carreteras.</p> <p>(Cemex, 2020)</p>
Observaciones	<p>Clasifican como residuos aprovechables los productos de excavación y sobrantes de adecuación de tierras, limos y materiales pétreos producto de la excavación; productos de cimentaciones y pilotajes; pétreos y no pétreos como: vidrios, metales como acero, cobre, aluminio, hierro con o sin recubrimiento de zinc, entre otros.</p>	<p>Se presentó un incremento en dicho aprovechamiento pasando del 36 % al 55 %. El mayor volumen de aprovechamiento se presentó en el material de excavación en actividades como nivelación de terreno, adecuación de carretables y cubrimiento de zanjas.</p>	<p>En este centro de tratamiento, aprovechamiento y disposición final, llamado GRECO ubicado en Usme, Bogotá, Cemex lleva a cabo los procesos de demolición y excavación; separación en obra de RCD reutilizables; el cargue y transporte de estos materiales; aprovechamiento; disposición y una certificación de los procesos.</p>

Tabla 6

Comparación manejo RCD constructoras (Continuación)

	Constructora Colpatría	Constructora Amarillo	CEMEX
Estrategias	<p>Tiene gestores ambientales autorizados por cada una de las entidades de control ambiental. Tienen programas de eficiencia donde contemplan la separación, reutilización y disposición adecuada de residuos.</p> <p>Durante el año 2020, se desarrollaron capacitaciones, Con ello buscan generar conciencia en los colaboradores y sensibilizarlos hacia el consumo racional, utilización adecuada de recursos naturales y divulgación de buenas pautas de actuación para la gestión sostenible en las oficinas, con el fin de reducir el impacto medioambiental como compañía. (Constructora Colpatría, 2020)</p>	<p>Aprovechamiento al interior de las obras y entrega a las plantas para su reincorporación como materia prima, las salas de ventas y centros comerciales el porcentaje es inferior debido al área de construcción y la ausencia de actividades o zonas donde se pueden aprovechar este tipo de materiales. (Amarillo, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Opera las 24 horas del día -Centro de tratamiento aprovechamiento y disposición final de residuos -Tienen un sistema de recepción automático que controla en línea el ingreso, disposición y salida de vehículos -Hacen todo el proceso de operación de residuos. (Cemex, 2020)
Reconocimientos		<p>En 2020 Amarillo ganó el premio de Responsabilidad social Camacol en la categoría mejor experiencia ambiental para la implementación de un piloto de manejo de RCD. (Amarillo, 2020)</p>	<p>En 2017, junto con Fanalca y Daeyang, creó un emprendimiento llamado Granulados Reciclados de Colombia (Greco). Inició sus operaciones con una planta en Cota, Cundinamarca, que tiene un área que equivale a ocho canchas de fútbol profesional y una capacidad de 200 toneladas por hora. (Cemex, 2020)</p>

Nota: Creación propia

En esta tabla se puede destacar la importante labor que realiza CEMEX puesto que promueven la gestión integral de los RCD y producen materiales que reintegran estos residuos en el proceso de construcción a través de la elaboración de concretos y pavimentos, también hacen reciclaje de RCD bajo tres pilares: de concretos frescos para reincorporarlos a nuevas

mezclas de concreto; reciclaje de concretos secos que pueden ser triturados y convertidos en agregados, y el reciclaje de sacos de cementos vacíos que se convierten en materia útil para la industria fibrocementera.

También se destaca el porcentaje de aprovechamiento de RCD de Amarilo, en el 2020 reutilizaron el material de excavación del 74% y Conconcreto reutilizo el 32%, Amarilo logró incluyendo en este porcentaje el volumen de escombros entregado a las plantas de aprovechamiento para su reutilización fuera de la obra.

Por otro lado, Colpatria realiza charlas de sensibilización a sus colaboradores con el fin de poder generar conciencia y puedan realizar una adecuada utilización de los residuos, Conconcreto en el 2020 también realizo charlas, pero fueron enfocados a los proveedores, es una buena idea que Conconcreto pueda adoptar estas prácticas.

Recomendaciones para optimizar el aprovechamiento de RCD en las obras de infraestructura en Concreto:

De acuerdo con la investigación y a las cifras y hechos evidenciados en la misma, el proceso de gestión de residuos se podría mejorar si se llevaran a cabo cierre de ciclo en los siguientes materiales adicionales a los que ya se trabajan, como lo son:

- Vidrio, basura, lodos industriales.
- Metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimientos de zinc o estaño.
- Plásticos tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, Icopor y espumas de poliuretano.
- Gomas y cauchos (ej. llantas, bandas transportadoras).
- Compuestos de madera o cartón-yeso (ej. Drywall).
- Material orgánico o sustancias afines: sobrantes de alimentos, de podas (ramas, hojas, pasto, troncos, etc.).
- Residuos tóxicos y peligrosos.

Los anteriores se pueden reutilizar en sus proyectos de infraestructura de la siguiente manera:

- Materiales nuevos, usados en la fabricación de vidrios ecológicos, bloques de plástico reprocesado.
- Aligerados creados con gomas y cauchos
- Materiales prefabricados con reprocesos de madera. Yesos, cartón, polietilenos, espumas.

Con lo anterior Concreto lograría mejorar sus porcentajes en manejos de RCD, disminuir los porcentajes de desechos que se llevan a disposición final.

La compañía debe enfocar desde una estrategia a nivel organizacional el propósito, responsabilidad y retos que se poseen para lograr construir un futuro sostenible, logrando no contribuir a la explotación de los recursos naturales como lo realicen normalmente las empresas de Colombia, si no contribuir a una materialización alcanzando ser una de las empresas pioneras en lograr incorporar con éxito a nivel macro el aprovechamiento de sus residuos de los RCD provenientes de sus obras de infraestructura, así como la creación, mediante su centro de innovación que esta categorizado como uno de los mejores a nivel nacional el aumento de materias primas provenientes de los RCD para la creación de nuevos materiales de construcción y obtener así una migración completa a una economía circular.

La experiencia de la compañía Concreto frente al manejo de los RCD cara al cumplimiento normativo, se realiza de forma responsable, logrando cumplir con sus indicadores, el personal que se encuentra brindando apoyo en el área ambiental tienen el conocimiento técnico para desarrollar su labor, pero durante el desarrollo de la investigación se logró detectar un punto crucial durante las entrevistas y fue un factor común que sobresalía, es muy importante que las capacitaciones se amplíen a todo el grupo de interés interno de los proyectos desde la planificación y diseños logrando una integralidad de cada proceso direccionado al aumento del aprovechamiento de los RCD producidos.

Es importante que la compañía pueda tener una implementación de mecanismos de información, educación y comunicación a través del uso de boletines, manuales, guías, videos, orientados a la promoción y fomento de separación, almacenamiento y presentación adecuada de los RCD, para garantizar un excelente aprovechamiento y reutilización. También, pueden establecer sistemas de gestión que promuevan la reducción, reutilización, reciclado y otras

formas de valorización. Además de fortalecer las organizaciones y empresas prestadoras del servicio de aseo y la industria afín al sector de la construcción.

Concreto debe caracterizar su RCD antes de generarlos y a partir de esta caracterización, definir su aprovechamiento y los procesos a los que deberá someterlos para emplearlos como elementos primarios en otros procesos de obra, o decidir disponerlos en los sitios predeterminados, según sea el caso.

La compañía debe tener definido cuales son los procesos a los que someterá sus RCD, para determinar los costos en los que incurrirá por su aprovechamiento e involucrarlos en los costos de ejecución de sus obras, e igualmente, determinar si estos costos justifican el uso que piensan darles o si es mejor disponerlos, después de cumplir con los porcentajes de aprovechamiento exigidos por el estado.

Adicional deberá proyectar dentro de sus programas de ejecución de obras, los cálculos de los RCD que va a generar y determinar su posible aprovechamiento, para así, revisar el cumplimiento de sus indicadores frente a lo exigido por el gobierno, de lo contrario, hacer los ajustes pertinentes para cumplir.

Es clave que tenga muy bien alineadas sus estrategias de aprovechamiento de RCD entre todas sus obras, para tener claro el direccionamiento que debe darle a cada RCD generado y poder, no solo cumplir con las tasas exigidas por el estado, sino, mejorarla, logrando avanzar cada vez más en sus indicadores organizacionales.

Otra recomendación importante es realizar un proceso de planeación conjunta entre todos los interesados de los proyectos para tener claro una proyección de cuáles son los posibles RCD generados y sus posibles formas de aprovechamiento, pudiendo incluso reutilizarse en otras obras de la misma compañía o en otras fases del mismo proyecto, esto permitiría una mayor visión de opciones, ya que si bien desde el punto ambiental se cumple la normatividad, desde la parte técnica se podrían contemplar algunos usos adecuados de estos RCD teniendo

en cuenta sus características y lo requerido en las obras. Concreto tiene también la opción de poder incluir la parte académica para realizar estudios de estrategias para el aprovechamiento de los RCD generados en sus obras de infraestructura para realizar análisis detallados y un plan de implementación enfocado a sus necesidades, vinculando algunas universidades para estos procesos.

Conclusiones

A nivel nacional rige la resolución 472 del 28 de febrero de 2017 que “aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional”, la actividad constructora es considerada como una de las más importantes para el desarrollo del país, es considerada una de las locomotoras que impulsa la generación de empleo y promueve la economía, pero así mismo el sector ha conllevado el incremento de los residuos sólidos, entre ellos los residuos de construcción y demolición (RCD), los cuales están asociados a actividades propias de obras civiles nuevas, remodelaciones y demoliciones, para logra llevar una gestión eficiente de los Residuos de la Construcción se debe contemplar, la reducción, reutilización, reciclado y otras formas de revalorización para lograr cerrar el ciclo de vida de los materiales y materializar una economía circular que es a la cual todas las empresas o compañías deben evolucionar y adaptarse.

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos donde se comparó el manejo y desempeño que tienen otras grandes constructoras en el mercado como lo son Constructora Colpatria, Amarilo, y Cemex deja ver que hay falencias dentro de Concreto que se pueden mejorar, es importante que la compañía centre sus esfuerzos en una adecuada capacitación a los colaboradores, puesto que en las encuestas realizadas deja ver que el 11% de los encuestados informaron que los aspectos que afectan la adecuada gestión de RCD obedece a desconocimiento y falta de capacitación, es importante buscar generar conciencia en los colaboradores y sensibilizarlos hacia el consumo racional, utilización adecuada de recursos naturales y divulgación de buenas prácticas como lo hace Colpatria (Constructora Colpatria, 2020).

Los indicadores de aprovechamiento representan en esta investigación la oportunidad de aprovechamiento del RCD con miras al cumplimiento de la Resolución 0472 de 2017 de MADS,

así como una herramienta vital para establecer una gestión eficiente y coherente con una economía circular y las características específicas de un proyecto sostenible. Es de destacar, que es inevitable que la generación de los residuos de construcción y demolición siga aumentando día tras día, pero la Resolución 0472 de 2017 es una medida para minimizar los RCD, debido a que se realiza un control a los generadores y gestores de estos residuos.

Los residuos de construcción y demolición son materiales con un alto potencial de ser reciclados; los cuales si no son aprovechados genera problemáticas ambientales como la inadecuada disposición, la reducción de la vida útil de rellenos sanitarios y sitios de disposición final de RCD e impactos negativos como el cambio paisajístico, la contaminación a fuentes hídricas, cambios de uso de los suelo y captación de aguas lluvia, entre otros". Los RCD deben manejarse, no como una solución a un problema, sino, con medidas preventivas, efectuando su clasificación en la fuente, y sometiéndolo a procesos que no solo faciliten su reutilización, sino, que prolonguen su vida útil dentro del proceso donde vaya a ser reutilizado y tenga un aprovechamiento adecuado.

La política de manejo de los RCD en las empresas, en este caso, Concreto, debe cambiar de: qué hacemos con el residuo, a, evitemos el residuo, y ver que en esta actividad pueden encontrar rentabilidad económica por la disminución de los volúmenes de disposición y transporte de residuos, al tiempo que aportan en la mitigación ambiental y social, por que disminuye, tanto la extracción de recurso naturales, como la disposición en lugares no aptos de recibo. De acuerdo con Lennon (2005):

Una buena planificación es la parte más importante de la gestión de los residuos de la construcción. Al igual que cualquier otra cosa en la construcción, el reciclaje es sencillo si se tiene un buen plan, pero se vuelve mucho más difícil y costoso si se trata de un adherido (...).

Concreto como compañía con una visión innovadora tiene las puertas abiertas a las estrategias que permitan el menor impacto ambiental y social en la ejecución de sus proyectos de infraestructura y por ende se plantea la inclusión de actividades de clasificación de RCD en tiempo paralelo al proceso constructivo, lo que permitirá más claridad sobre el tipo de RCD que se están generando y su posible reutilización inclusive dentro de las fases de construcción de los proyectos en curso (Suárez, 2019).

Finalmente, como fuente de una próxima investigación se sugiere la planificación de una estrategia sostenible que permite maximizar el aprovechamiento de los RCD en las obras de infraestructura en Concreto, pudiendo así cumplir de manera óptima el ciclo de vida de los materiales empleados en el proceso constructivo y diseñar el plan de implementación detallado para una obra piloto.

Lista de referencias

- Aldana, J. & Serpell, A. (2016). Methodology for the preparation of construction project waste management plans based on innovation and productive thinking processes: a case study in Chile. *Revista de la construcción*, 15(1), 32-41.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000100003>
- Barroso, V. (2013). *Análisis de la gestión de residuos de construcción y demolición en la comunidad autónoma de Andalucía*. (Tesis de pregrado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería). Repositorio e-REDING. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30186/>
- Bermejo, G. (2016). *Lineamientos para la gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) generados en Barranquilla D.E.I.P.* (Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana). Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana.
<http://hdl.handle.net/10554/20473>
- Bolaños, L. (2018). La República. <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/los-escombros-que-quedan-de-las-obras-tambien-se-reciclan-2760303>
- Cámara Colombiana de la Construcción. (Camacol). (2020). *Los pasos hacia la reactivación de la economía colombiana*. (No. 109) https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20Econ%C3%B3mico%20109%20VF_%20Formato%202.pdf
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (s.f.). *Descripción actividades económicas (Código CIIU)* Recuperado agosto 29, 2021 de: <https://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/>
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (2018). *Cluster Bogotá Construcción*.
<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Construccion/Noticias/2018/Agosto-2018/Los-escombros-que-quedan-de-las-obras-tambien-se-reciclan>

Cedeño, N. (2012). La investigación mixta, estratégica andrológica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. Res Non Verba. <https://bit.ly/3kPKh7x>

Cemex (2020). Informe de sostenibilidad Cemex 2019.

<https://www.cemexcolombia.com/documents/45752949/45757628/2019-reporte-integrado.pdf>

Concreto. (s.f.). <https://concreto.com/>

Concreto. (s.f.). Segmentos de negocio <https://concreto.com/segmentos-de-negocio/>

Concreto. (s.f.). Gobierno Corporativo. <https://concreto.com/wp-includes/MediaD/documents/Varios/Codigo%20de%20Buen%20Gobierno%20Corporativo-1.pdf>

Concreto. (2021). Presentación Corporativa. https://concreto.com/wp-content/uploads/2021/04/Presentacion_Corporativa_2021.pdf

Congreso de la República (2008, diciembre 19). Ley 259 de 2008.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1259_2008.html

Constructora Colpatria (2020). Informe NO Financiero.

<https://www.constructoracolpatria.com/pdf/2020/informe-no-financiero-2019.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2021). *Estadísticas de Licencias de Construcción (ELIC)* <https://www.dane.gov.co/index.php/en/statistics-by-topic-1/construction/licencias-de-construccion>

Díaz, L. G. (2018). *Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en Colima Villa de Álvarez*. (Trabajo de grado, Instituto Tecnológico de Colima). Repositorio DSpace. <http://hdl.handle.net/123456789/1478>

Europe, U. (s.f.). Marco sobre clima y energía para 2030.

https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es

- Guerrero, J. (2019). *Guía técnica para la implementación de la resolución 0472/2017 - residuos generados en las actividades de construcción y demolición con énfasis en las obligaciones de la autoridad ambiental en Villavicencio*. (Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás). Repositorio CRAI - USTA. <http://hdl.handle.net/11634/18435>
- González, R. (2021) *Análisis para la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición del Sector Vivienda en Santiago de Cali: Estudio de Caso*. (Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Repositorio Vitela. <http://hdl.handle.net/11522/14621>
- González, R. (2010). *Empleo de blocks elaborados con residuos de construcción*. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. <https://docplayer.es/46957707-Empleo-de-blocks-elaborados-con-residuos-de-construccion-en-chiapas-resumen.html>
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw Hill, sexta edición. Disponible en base de datos Libros electrónicos Ebooks 7-24.
- Jiménez, E. C., & García, H. M. (2016). *Aprovechamiento de los rcd en proyectos de construcción y conservación de pavimentos urbanos*. (Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia). Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <http://hdl.handle.net/10983/13905>
- Jiménez, L., Tronchez, N. & Díaz, Y. (2019). Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción. BISTUA: revista de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Pamplona. 17 (1). <https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2019.3152>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS). (2017, febrero 28). Resolución 0472 de 2017. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (01 de Agosto de 2018). Resolución 1447 de 2018. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/98-RES%201447%20DE%202018.pdf>
- Monroy, A. (2018, diciembre 13). Impacto ambiental durante el proceso de construcción. Colegio Mexicano de Ingenieros Civiles A.C. <https://cmicac.com/2018/12/13/impacto-ambiental-durante-el-proceso-de-construccion/>
- Natalini, M. B., Klees, D. R., & Tirner, J. (01 de Agosto de (2018)). Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición. <https://bit.ly/38Hsokb>
- Pacheco C., Fuentes L., Sánchez E. & Rondón H. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Ingeniería y desarrollo: revista de la División de Ingeniería de la Universidad del Norte. 35 (2). 533-555
- Pérez, C. & Reyes T. (2019). *Aprovechamiento de RCD en el proyecto urbanización Villapraga en Palmira*. (Trabajo de investigación, Universidad Santiago de Cali). Repositorio DSPACE - USC. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/2953>
- Romero, E. (2008). Residuos de construcción y demolición. <http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf>
- Santos, D., Monercillo, B., & García, A. (2011). Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición. Librería Fundación laboral. (2.ª ed.). (p. 16): <http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/GestionResiduos2.pdf>
- Secretaría de Infraestructura Física de Antioquia. (2020). Análisis del sector de la construcción. <https://community.secop.gov.co/Public/Archive/RetrieveFile/Index?DocumentId=456043>
- [43](#)

Secretaria Distrital de Ambiente, SDA (2015). *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en la obra*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá DC.

Secretaria Distrital de Ambiente, SDA (2020)

<http://ambientebogota.gov.co/web/escombros/conceptos-basicos>

Suárez, S., Betancourt, C., Molina, J., Mahecha, L. (2019). La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *Entramado*, 15(1). 24–244. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>

Trujillo, Y. L. (2019). *Reutilización de los residuos generados en demolición de construcciones para reducir los impactos ambientales en la gestión de obras civiles en la ciudad de Huanuco*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizan). Repositorio Institucional - UNHEVAL. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4980>

Vidal G., Reyes-Ortiz O., Peñuela G., *Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción*, Revista Científica Ingeniería y Desarrollo, vol. 29 no. 1, 2011.

Villalba, V. A., Cepeda, E. C., Rodríguez, O. F., & Moreno, D. A. (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.* (Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia). Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22403>.

Anexos

Anexo 1. Matriz DOFA del manejo de RCD en obras de infraestructura en Concreto

<https://bit.ly/3liDGfv>

Anexo 2. Análisis PESTEL para el manejo de RCD en las obras de infraestructura de Concreto

<https://bit.ly/3y5YAcX>

Anexo 3. Entrevistas sobre el manejo de los RCD originados por las obras de infraestructura.

<https://bit.ly/3ouCVbq>

Anexo 4. Formulario encuesta “Evaluación del manejo de los RCD originados por las obras de infraestructura de la empresa Concreto S.A.”

<https://bit.ly/3pOFc0z>