

# Manejo de escombros en construcción, algunas alternativas de reincorporación

Lizeth Edilia Ramírez Martínez  
[Lizethramirez81@gmail.com](mailto:Lizethramirez81@gmail.com)

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Especialización gerencia ambiental y sostenibilidad empresarial

## **Resumen**

El sector de la construcción es uno de los mayores impulsores de la economía de nuestro país, los principales atributos de este sector son el dinamismo y el carácter reactivador que le aportan a la economía de Colombia, sin embargo, el gran crecimiento de la población, la expansión de las zonas urbanas y por tanto el incremento de las construcciones representan una gran amenaza para el medio ambiente, las empresas constructoras consumen grandes cantidades de energía y de materiales, desarrollar una edificación requiere grandes volúmenes de energía, en general producen el 30% del CO<sub>2</sub> y el 40% de residuos materiales sólidos, además de esto las edificaciones consumen hasta el 60% de materiales extraídos de la tierra, por otra parte, se han realizado estudios que demuestran que la construcción genera hasta el 40% del total de los desechos producidos por la humanidad. Esta situación de generación de desechos y alto gasto de recursos obliga a que se realicen acciones encaminadas a equilibrar el consumo de los recursos naturales no renovables usados y de esta manera concebir un nuevo método sustentable que permita seguir desarrollando la actividad de la industria de la construcción sin afectar el medio ambiente y protegiendo la naturaleza. En este documento, se analizará una alternativa eco amigable en la que se reciclan los escombros del concreto hidráulico generados en las edificaciones y usarlos como agregados para la elaboración de nuevos concretos, estos nuevos concretos serán empleados en la fabricación de tuberías de alcantarillado.

Palabras claves: Aprovechamiento, Medio ambiente, escombros, industria, construcción, concreto reciclado

## **Abstract**

The construction sector is one of the biggest drivers of the economy of our country, the main attributes of this sector are the dynamism and the reactivating character that contribute to the economy of Colombia, however, the great growth of the population, the expansion of urban areas and therefore the increase in buildings represent a great threat to the environment, construction companies consume large amounts of energy and materials, develop a building requires large volumes of energy, in general produce 30% of CO<sub>2</sub> and 40% of solid material waste, in addition to this the buildings consume up to 60% of materials extracted from the earth, on the other hand, studies have been carried out that show that construction generates up to 40% of the total waste produced by humanity. This situation of generation of waste and high expenditure of resources requires actions to balance the consumption of non-renewable natural resources used and thus conceive a new sustainable method to continue developing the activity of the construction industry without affecting the environment and protecting nature. In this document, an eco-friendly alternative will be analyzed in which the debris of the hydraulic concrete generated in the buildings is recycled and used as aggregates for the elaboration of new concretes, these new concretes will be used in the manufacture of sewer pipes.

Keywords: use, Environment, debris, industry, building, recycled concrete

## **1. INTRODUCCIÓN**

La constitución política de Colombia de 1991, en sus artículos 79 y 80 reza: “Todos los ciudadanos colombianos, tenemos el derecho a gozar de un ambiente sano”. Sin embargo, en la actualidad nuestra nación presenta problemas por aspectos como: la emisión de gases de efecto invernadero, la deforestación, la contaminación del agua y el suelo, el elevado consumo de bienes que genera gran cantidad de residuos, entre otros aspectos, que van en detrimento de los recursos naturales y la calidad de vida de los colombianos.

El sector de la construcción es uno de los mayores impulsores de la economía de nuestro país, los principales atributos del sector son el dinamismo y el carácter reactivador que le aportan a la economía de Colombia, la importancia del sector

de la construcción para un país y su economía radica en múltiples factores:

- Más empleos: El robustecimiento de las principales constructoras en Colombia ha generado empleos que favorecen la economía, aseguran ingresos a los hogares y potencian la adquisición y venta de bienes y servicios.
- Creación y diversificación de infraestructura: El desarrollo urbano y rural se optimiza con la creación de infraestructura básica, que fusiona al sector de la construcción con grupos más especializados para cimentar vías, puentes, puertos, construcciones industriales, comerciales y de servicios.
- Suplir la demanda de viviendas y otras edificaciones: Las constructoras de viviendas suplen la necesidad de miles de hogares y empresarios por contar con un espacio determinado para sus actividades residenciales o laborales.

La industria de la construcción representa un aporte significativo para la economía del país y en el desarrollo de éste; también ha mostrado un incremento significativo en los últimos años, generando posibilidades de trabajo especialmente en la zona urbana del país y beneficiando a diferentes sectores de la industria, sobre todo en el sector de vivienda.

sin embargo, el gran crecimiento de la población, la expansión de las zonas urbanas y por tanto el incremento de las construcciones representan una gran amenaza para el medio ambiente, las empresas constructoras consumen grandes cantidades de energía y de materiales, desarrollar una edificación requiere grandes volúmenes de energía, en general producen el 30% del CO<sub>2</sub> y el 40% de residuos materiales sólidos, además de esto las edificaciones consumen hasta el 60% de materiales extraídos de la tierra, por otra parte, se han realizado estudios que demuestran que la construcción genera hasta el 40% del total de los desechos producidos por la humanidad.

Esta situación de generación de desechos y alto gasto de recursos obliga a que se realicen acciones encaminadas a equilibrar el consumo de los recursos naturales no renovables usados y de esta manera concebir un nuevo método sustentable que permita seguir desarrollando la actividad de la industria de la construcción sin afectar el medio ambiente y protegiendo la naturaleza., de esta manera el sector de la construcción debe controlar la generación de residuos con una gestión adecuada, que permita transformarlos y reutilizarlos, y de ser posible, reduzca las cantidades generadas.

En este documento, se analizará una alternativa eco amigable en la que se reciclan los escombros del concreto hidráulico generados en las edificaciones y usarlos como agregados para la elaboración de nuevos concretos, estos nuevos concretos serán empleados en la fabricación de tuberías de alcantarillado. Tomando como base varios estudios y ensayos realizados en el tema, vamos a determinar si las tuberías de concreto reciclado cumplen con las normas mínimas de calidad exigidas enfocándonos en la dosificación que deben cumplir los materiales para sustituir los agregados convencionales del concreto por agregados producto de concreto reciclado para finalmente examinar el resultado económico y ambiental en la producción de tubos de concreto elaborados de concreto con agregados reciclados.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Las actividades asociadas a la gestión de residuos, desde el punto de generación hasta la evacuación final, han sido agrupados en seis elementos funcionales: 1) generación de residuos, 2) manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en origen, 3) recogida, 4) separación y procesamiento y transformación de residuos sólidos, 5) transferencia y transporte, 6) evacuación. Mediante la consideración de cada elemento es posible, identificar los aspectos y las relaciones fundamentales implicadas en cada unidad y desarrollar donde sea posible relaciones cuantificables para poder desarrollar comparaciones, análisis y evaluaciones de ingeniería. Cabe resaltar que cada labor que se realice es en pro de la conservación del medio ambiente es con el propósito de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales y sanitarios.

El reciclaje no se limita únicamente a reaprovechar materiales como el papel, el vidrio, el aluminio y el plástico, los escombros y demás materiales producidos en la industria de la construcción pueden ser aprovechados y reciclados contribuyendo así a la conservación del medio ambiente.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la resolución No 0472 del 28 de febrero del 2017. con la que reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición(RCD´s) en todo el país, la idea es proteger el medio ambiente al reducir la generación de escombros y controlar la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.

Para la ciudad de Santiago de Cali, la entidad ambiental DAGMA realizo una serie de capacitación en el primer semestre del año 2018, donde exponía la importancia de separación de los RCD a los grandes generadores, entre ellos la industria de la construcción, así tener una eficiencia en el rehusó de los residuos producción por esta actividad ya que la resolución indica que por cada año de duración en obras nuevas el porcentaje de aprovechamiento debería de aumentar un 2%,es decir si en año 2018 una obra nueva debía aprovechar el 2% de sus RCD al año siguiente 4% , esto facilitando una separación adecuada en la fuente y genera nuevas alternativas de reincorporación.

Por su parte, la conservación del ambiente es un tema que nos cobija a todos, desde las diversas actividades cotidianas y es hoy la parte del problema ya que, donde se mire existe la tendencia a encontrar manejos inadecuados enmarcados dentro de este aspecto tan importante para el bienestar ambiental, social y sobre todo económico; debido a ello es que surge la preocupación de buscar alternativas concretas para la solución del problema.

Figura 1. Residuos de construcción y demolición generados durante el proceso constructivo.



Fuente: (DAGMA)

A continuación, se presentan varios datos y estadísticas que permiten dar una magnitud de las cantidades de residuos y escombros que se producen en la ciudad de Cali:

- En Cali se recogen hasta 1.500 m<sup>3</sup> diarios de escombros.
- El 50% de estos residuos son producidos por la industria de la construcción.
- Anualmente se disponen de 500.000 m<sup>3</sup> de escombros.

Los volúmenes de escombros generados por el sector de la construcción representan un impacto muy negativo sobre el medio ambiente principalmente por la mala disposición de estos, en Colombia esta disposición de residuos se realiza a cielo abierto en grandes terrenos por lo general privados, adicionalmente no existe una regulación clara al respecto que busque evitar el daño paisajístico y sobretodo controlar la producción de lixiviados los cuales es bien sabido que se transportan a través del nivel freático contaminado las fuentes hídricas cercanas.

En todos los proyectos de construcción, los ingenieros consideran un porcentaje de desperdicio de materiales dentro de sus cálculos del presupuesto, por lo general el porcentaje de desperdicios se considera entre el 5% y el 10% del costo total, esto significa que en promedio por cada 10 pisos de un edificio uno se desperdicia, esto representa una gran pérdida económica para la industria

Entonces, considerando el gran impacto sobre el medio ambiente y las fuertes pérdidas económicas que se presentan por el desperdicio y mal manejo de escombros y residuos, se hace vital que el sector constructivo evolucione y considere el uso de nuevos sistemas que ahorren energía, desarrollar sistemas constructivos más eficaces y emplear nuevos materiales que sean menos contaminantes.

Se estima que aproximadamente el 75% de todos los escombros producidos en las construcciones son útiles y pueden ser reciclados, por ejemplo, estos escombros pueden ser empleados para elaborar arenas y gravillas que a su vez se pueden emplear para fabricar morteros, ladrillos, bloques, tejas y básicamente cualquier elemento estructural.

Teniendo en cuenta esta opción de reutilizar los escombros de las construcciones, se plantea la idea de aprovechar los escombros de concreto hidráulico generados por la construcción y usarlos como agregados para elaboración de nuevos concretos y fabricar tuberías de alcantarillado con estos nuevos concretos.

Figura 2. Aprovechamiento RCD industria construcción



Fuente: (DAGMA)

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como lo explica Burbano (2017), tenemos la siguiente información:

Se identificaron varias empresas productoras de tubos de concreto para recolectar las muestras de escombros de concreto, finalmente, se escogió una empresa ubicada en la vía a Jamundí, en la cual se mostraron dispuestos a colaborar con el proyecto concediendo el uso de sus instalaciones, equipos y formaletas para el desarrollo de los tubos de concreto con material reciclado.

La empresa fabricante de tubos de concreto en sus instalaciones cuenta, entre los insumos destacables, con una mezcladora, un mini cargador y una serie de formaletas para los diferentes diámetros de tubería que manejan. La fabricación de todos los tubos la realizan una cuadrilla de tres hombres. El proceso de la fabricación conlleva: armar el acero de refuerzo de los tubos, disponer los agregados, el agua y el cemento en las cantidades necesarias, organizar las formaletas y aceitarlas, realizar la mezcla de concreto, verter la mezcla en las formaletas y darle los acabados finales como la pestaña (o espigo) con una mezcla más seca. Luego de seis horas, desencofrar el tubo, y después de veinticuatro horas transportan los tubos a la zona de almacén.

Cuando los tubos presentan fisuras o daños reparables, usan morteros y aditivos que mejoren la adherencia y resistencia. Los tubos no reparables son descartados y reducidos para su posterior desecho.

Los agregados pétreos los obtienen de proveedores que explotan el río Cauca a la altura del Hormiguero, por lo cual, este material viene con alto contenido de materia orgánica y arcillas, y el único tratamiento que aplican es tamizar el material, a este material se le realizó un ensayo de materia orgánica. El cemento que consumen es de CEMEX en presentación de 50 kg. El agua es tomada de un aljibe, dicha agua no es sometida a ningún tratamiento ni pruebas para verificar si su calidad es apta para la producción de concretos.

En el diseño de mezcla, la dosificación se realiza por volumen y para este no se tienen en cuenta las correcciones por hinchamiento ni de humedad libre de la arena, ocasionando variabilidad en las mezclas como la fluidez y la relación agua/cemento y con ello afectando la calidad en la producción.

Para demostrar la calidad de la mezcla de concreto que, producida por todas las falencias en su elaboración, se tomó una cantidad de mezcla para elaborar doce probetas para determinar su resistencia a compresión y la absorción del concreto. Ensayadas, la resistencia a compresión fue, en promedio, de 12,21 MPa, lo cual es menos de la mitad de la resistencia requerida para un tubo de concreto que es de 28 MPa. Por otro lado, la absorción resultó de 9,4 %, en promedio, en comparación a la absorción máxima requerida de 9 %, no se encuentra tan lejana.

Los agregados pétreos utilizados para este proyecto fueron: arena y grava de río como agregados naturales y como agregado reciclado el material generado de la trituración del concreto. Para determinar si dichos agregados cumplían con los estándares de calidad necesarios para realizar un concreto con las características ideales para ser utilizado en la construcción de tubos de concreto, se realizaron varios ensayos. Estos ensayos con el propósito de evaluar la gradación y el contenido de sustancias dañinas en los agregados, ya sean naturales o reciclados.

En el estudio se utilizaron dos tipos de agregados reciclados. El agregado obtenido al triturar los tubos de concreto no reparables aportados por la planta, este se le denomina Tipo 1.

El segundo tipo se adquirió de triturar probetas de concreto que se encontraban en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería de Materiales. Contaba con una resistencia a compresión mayor a 28 MPa, y agregado triturado como parte gruesa y arena fina como agregado fino. La resistencia a compresión se conoció por los registros del laboratorio de los ensayos. Sería utilizado para fundición de columnas de una estructura de siete pisos. A este agregado reciclado se le denomina Tipo 2.

Se fundieron tres tubos de concreto, tres para el diseño sin reemplazo de agregado natural por agregado reciclado y tres para el diseño con reemplazo del 30%, a estas muestras se les realizaron los ensayos de laboratorio requeridos para determinar la calidad de los tubos de concreto y conocer si cumplían con los requisitos estipulados para este tipo de elementos, se siguieron los lineamientos descritos en la NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos.

Con los resultados del estudio se evidenció la posibilidad de reciclar, en un proceso de producción industrial de esta índole, los desperdicios como materias primas para la elaboración de nuevos productos. Con ello, es de vital importancia que se realicen más estudios enfocados a investigar todas las características de reciclar escombros para diversas actividades y con ello implementar normativas para incentivar el uso cotidiano de dichos materiales.

La dosificación con mayor reemplazo que presentó resultados que cumplieran los parámetros requeridos de calidad en la fase experimental fue la mezcla con el 30 % de reemplazo de agregado natural por agregado de concreto reciclado, estos con tamaño nominal TMN 4,75 cm; esto aplicando los requerimientos para determinar la calidad de los tubos de concreto. Dichos resultados se encontraban cerca de los límites, indicando que cualquier alteración negativa en las distintas variables puede generar el incumplimiento de los requisitos.

Las mezclas que tuvieron mayor porcentaje de reemplazo de agregado natural por agregado de concreto reciclado concreto (más de un 30%) presentaron un comportamiento muy inferior al obtenido con la mezcla que no poseía agregado reciclado, teniendo en cuenta los resultados de resistencia a compresión, absorción, permeabilidad y capilaridad. Estos resultados solo inhabilitan el uso de estos concreto para la elaboración de los tubos de concreto, pero es posible destinar su utilización en otro tipo de estructura/elemento, en la cual no se requiera de una resistencia a compresión mayor a 21 MPa y se no encuentre expuesta a la acción constante del medio ambiente y efectos del agua.

Figura 3. Uso de tubos de concreto reciclado (tubo hotel ciudad de México)



Fuente: <https://www.dondereciclo.org.ar/blog/hoteles-tubo-reciclaje-a-gran-escala/>

#### 4. CONCLUSIONES

Con los resultados de los estudios realizados en la ciudad de Santiago de Cali se evidencia la posibilidad de reciclar, en un proceso de producción industrial de esta índole, los desperdicios como materias primas para la elaboración de nuevos productos. Con ello, es de vital importancia que se realicen más estudios enfocados a investigar todas las características de reciclar escombros para diversas actividades y con ello implementar normativas para incentivar el uso cotidiano de dichos materiales.

El permanente crecimiento y desarrollo urbano está asociado a la ejecución de obras de infraestructura, las cuales generan residuos sólidos (escombros), la creciente actividad constructora como respuesta a la necesidad de satisfacer la demanda de infraestructura ocasiona impactos ambientales que deben ser manejados con el fin de conservar y proteger el medio ambiente.

Si bien es cierto que el progreso de un país va ligado a su expansión y crecimiento urbanístico, es necesario generar alternativas encaminadas a conservar el medio ambiente y promover un desarrollo sostenible.

Es importante apoyar todas las iniciativas encaminadas a reciclar y aprovechar los residuos y escombros producidos en la construcción con el fin de minimizar el impacto ambiental, tal es el caso de emplear concreto reciclado en la fabricación de tuberías de alcantarillado, varios estudios sostienen que es posible su fabricación y más importante que estos tubos fabricados con concreto reciclado presentan condiciones de calidad viables para cumplir con la normatividad vigente.

Debido al proceso de trituración por el que pasan los escombros de concreto para usarse como agregados, su granulometría presenta una variación considerable en la distribución granulométrica.

Es importante conocer el origen de los escombros de concreto a tratar y sus especificaciones de diseño, ya que sus propiedades repercuten directamente en la calidad de los concretos a realizar con el agregado producido con el material en cuestión.

El aumento en la incorporación del contenido de agregado de concreto reciclado en una mezcla, contando con una relación agua/cemento baja (0,42), causa que la consistencia sea más seca y con ello disminuyendo la manejabilidad, impidiendo una buena compactación y generando hormigüeo en el concreto endurecido. Es probable que al retirar la parte más fina del agregado de concreto reciclado (menor a 0,08 mm), se mejoré en una medida considerable las propiedades del concreto como la absorción.

La incorporación de un proceso de reciclaje de escombros es viable si se cuenta con una cantidad considerable de dicho material para ser procesado, y posteriormente añadido a las dosificaciones de los tubos, generando un ahorro al reemplazar el agregado natural.

## REFERENCIAS

- Burbano, O., Ortiz, C. (2017) Tubos De Concreto Con Agregados Reciclados. Universidad del Valle.
- Ramírez, Martínez, L. (2015) programa de gestión ambiental de residuos sólidos ordinarios en el área administrativa de la constructora solanillas S.A. repository.unad.edu.co.
- Alejandro Salazar Jaramillo, (2011) SEMINARIO CAMACOL: “Pasos Firmes hacia la Sostenibilidad en Colombia”.
- Ortiz Cortés, Heinar. Silva, Margarita. (2013) ¿De dónde vienen y a dónde van a parar los escombros en Cali? El País. Cali, Colombia. Consultado en: <http://www.elpais.com.co/elpais/graficos/infografia-ruta-escombros-cali>
- Salazar Jaramillo, A. (2011) ¿Los escombros de construcción, son realmente un problema técnico? Cali, Colombia. Consultado en: [http://camacol.co/sites/default/files/congreso/Conferencia\\_Alejandro\\_Salazar.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/congreso/Conferencia_Alejandro_Salazar.pdf)
- Torres, C. V. (2011) Producción de agregados reciclados a partir de elementos prefabricados para evaluar su viabilidad técnica en la elaboración de concreto alternativos. Cali, Colombia.
- Magalhaes Gomes. (2003) Abdias. Permeability of Concrete: A Study Intended for the "in situ" Valuation Using Portable Instruments and Traditional Techniques. Simposio Internacional de ensayos no destructivos en Ingeniería Civil.
- Malhotra, V. M. (1976) The use of recycled as new aggregate. Ottawa, Canadá.
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, F. y Montejo Piratova, A. (2013) *Tecnología y Patología del Concreto Armado*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Nixon P.J. (1978). Recycled Concrete as an Aggregate for Concrete – A Review, RILEM TC–37–DRC. Materials and Structures (RILEM).
- Organización de Naciones Unidas, ONU. (1992) Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales. Agenda 21. Consultado en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>
- Ortiz Cortés, Heinar. Silva, Margarita. (2013) ¿De dónde vienen y a dónde van a parar los escombros en Cali? El País. Cali, Colombia. Consultado en : <http://www.elpais.com.co/elpais/graficos/infografia-ruta-escombros-cali>.
- Salazar Jaramillo, A. (2011) ¿Los escombros de construcción, son realmente un problema técnico? Cali, Colombia. Consultado en: [http://camacol.co/sites/default/files/congreso/Conferencia\\_Alejandro\\_Salazar.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/congreso/Conferencia_Alejandro_Salazar.pdf)
- Torres, C. V. (2011) Producción de agregados reciclados a partir de elementos prefabricados para evaluar su viabilidad técnica en la elaboración de concreto alternativos. Cali, Colombia.

GONZALEZ, SALGADO; Luis Antonio, Julio Vega. (2009). Aportes teóricos para la comprensión de la gestión integral de los residuos sólidos. Universidad de Santiago de Cali – Emsirva. 280 p.

Constitución Política de Colombia 1991, p. 108. Bogotá (1991). Ley 288 de 1997, Ley de Ordenamiento territorial.

Ministerio del Medio Ambiente y desarrollo sostenible. resolución No 0472 del 28 de febrero del 2017. por la cual deroga a partir de la misma fecha Resolución 541 de 1994.

Instituto Colombiano de Productores de Cemento. (1992) Fabricación de tubos de concreto.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (2002) NTC 3676. Bogotá, Colombia.