

## Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca  
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

# **Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción**

Monografía

**Autor:**

**Jimmy Alejandro Tapias Mendivelso**

**Arquitecto**

Trabajo de grado como requisito para optar por el título de  
Especialista en Interventoría y Supervisión de la Construcción

**Director:**

**Msc. Arq. Giovanni Giuseppe de Piccoli Córdoba**

**Universidad Santo Tomas, Bucaramanga**

**División de ingenierías y arquitectura**

**Especialización en interventoría y supervisión de la construcción**

**2017**



## **Prólogo**

El presente documento lo desarrolla un arquitecto que ha desempeñado su vida profesional al servicio público y privado de las actividades de diseño, ejecución y supervisión de obras civiles, donde se ha observado que la realización de ciertas actividades genera una considerable cantidad de residuos en la construcción que perjudica el desarrollo urbano del territorio.

Con el presente documento se espera que los constructores, interventores y demás profesionales relacionados con la construcción civil puedan revisar, realizar y documentar las acciones pertinentes a las buenas practicas que repercuten en el desecho de residuos, para así mejorar la disposición final de los mismos. Adicional, estar sujeto a las normativas que el estado colombiano presenta ante esta situación.

Así mismo, se espera que esta tendencia de intervención sostenible a los residuos de la construcción y demolición sea aplicada a cualquier obra civil que represente escombros que afecte la comunidad y el territorio en general.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme acompañado y guiado en este proceso de formación académica, a mi familia que me motiva en cada momento y me dan fortaleza para seguir creciendo como persona y como profesional, y a los docentes por el acompañamiento y enseñanza dada en este año de compartido.

Agradecimiento a mis amigos y a cada uno de mis compañeros de universidad, por su apoyo, por sus aportes y experiencias compartidas en este camino de especialización, que han sido de gran ayuda en mi formación profesional.

## Tabla de Contenido

	Página.
Agradecimientos .....	5
Tema .....	9
Título.....	9
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción .....	11
1. Planteamiento del problema .....	12
1.1 Descripción del problema.....	12
1.2 Pregunta problema.....	14
1.3 Sistematización del problema.....	14
2. Justificación.....	15
3. Objetivos.....	17
3.1 Objetivo General .....	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4. Delimitación .....	18
4.1 Delimitación Temporal .....	18
4.2 Delimitación Espacial .....	18
4.3 Delimitaciones Circunstancial.....	18
5. Marco referencial.....	19
5.1 Marco Geográfico y de contexto.....	19
5.1.1 Descripción General del Municipio.....	19
5.1.2 Análisis del contexto, Municipio de Tame .....	22
5.2 Marco Teórico .....	26
5.2.1 Estado del arte .....	26
5.2.2 Análisis de Referentes .....	29
5.2.2.1 Referente Internacional.....	29
5.2.2.2 Referente Nacional .....	33
5.2.3 Síntesis Argumentativa.....	38
5.2.4 Teorías y conceptos de apoyo.....	40

5.2.4.1	Generación de residuos de construcción y demolición - RCD.....	40
5.2.4.2	Clasificación de los residuos de construcción y demolición. ....	42
5.2.4.3	Manejo de los residuos sólidos en la construcción.....	43
5.2.4.4	Principio de las 3 R's.....	45
6.	Marco Conceptual.....	48
6.1	Conceptos proyectuales.....	48
7.	Marco Legal.....	52
7.1	Normativa del Orden Nacional .....	52
7.2	Normativa del Orden Municipal .....	54
8.	Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción.....	54
9.	Diseño Metodológico .....	55
9.1	Tipo de investigación .....	55
9.2	Campos de acción.....	56
9.3	Técnicas de investigación.....	56
9.4	Muestra y universo de trabajo .....	57
9.5	Cronograma .....	57
10.	Conclusiones .....	58
11.	Recomendaciones .....	59
	Referencias Bibliográficas .....	60
	Apéndices	

## Lista de tablas

Tabla 1. Cronograma.....	57
--------------------------	----

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación del Municipio de Tame, Arauca.....	19
<i>Figura 2.</i> Datos de descripción del Municipio de Tame, Arauca.....	20
<i>Figura 3.</i> Límites del Municipio de Tame, Arauca.....	20
<i>Figura 4.</i> Vista aérea del Municipio de Tame, Arauca.....	22
<i>Figura 5.</i> Inicio obras pista de patinaje, Tame.....	23
<i>Figura 6.</i> Inicio de obras de espacio público, andenes y vías urbanas.....	23
<i>Figura 7.</i> Obra casa de la cultura, Tame.....	24
<i>Figura 8.</i> Botaderos Ilegales en el Municipio.....	25
<i>Figura 9.</i> Botadero ilegal Villadela, Tame.....	25
<i>Figura 10.</i> Gestión y tratamiento de residuos de Construcción y Demolición (RCD).....	29
<i>Figura 11.</i> Esquema General del ciclo de vida de un RCD.....	31
<i>Figura 12.</i> Propuesta sistema de gestión - Tratamientos.....	32
<i>Figura 13.</i> Guía de Gestión Integral de los Residuos de la Construcción y Demolición.....	33
<i>Figura 14.</i> Clasificación de los residuos de construcción y demolición – RCD Aprovechables	34
<i>Figura 15.</i> Clasificación de los residuos de construcción y demolición – RCD NO Aprovechables.....	35
<i>Figura 16.</i> Principio Rector RCD.....	36
<i>Figura 17.</i> Jerarquía de aprovechamiento de los RCD.....	37
<i>Figura 18.</i> Alternativas de gestión para el uso de residuos.....	38

### **Tema**

Residuos de la construcción y demolición.

### **Título**

Guía de Intervención Sostenible de los Residuos de la Construcción.

### **Resumen**

Las actividades del sector de la construcción en el municipio de Tame, Arauca se han venido incrementando en los últimos años debido a las intervenciones de infraestructura pública y privada que la entidad gubernamental permite y promueve en el municipio, dando como resultado un rápido desarrollo urbanístico y como consecuencia, una gran producción de residuos provenientes de la construcción y demolición de obras realizadas en el lugar. La mayoría de estos residuos pueden ser objeto de aprovechamiento, pero no han sido adecuadamente procesados y/o no tienen una buena disposición final, lo que ha dado lugar a daños sobre los elementos del ambiente. Lo que resulta grave, es la problemática que genera la mala gestión e intervención de los residuos de la construcción y demolición por parte de la administración municipal. Para intervenir este problema se requiere partir de la necesidad de mejorar la gestión de los residuos e involucrar criterios de sostenibilidad en la cadena de la gestión de los residuos en especial a los de la construcción y demolición.

En este trabajo de intervención sostenible de los residuos se analiza la situación actual en el tema de la generación y la gestión de los escombros generados por la construcción, se exponen métodos de desarrollo sostenible y políticas públicas con las condiciones

necesarias para que la actividad del reciclaje se convierta en una posibilidad viable en nuestro contexto y genere acciones necesarias para alcanzar la gestión total de los residuos de la construcción y demolición en el municipio de Tame, Arauca.

**Palabras clave:** Construcción, Desarrollo, Gestión, Residuos, Sostenibilidad.

### **Abstract**

The Activities of the building industry in the municipality of Tame, Arauca have been increasing in recent years owing to public and private infrastructure interventions which the government entity allows and promotes in the municipality, resulting in fast urban development and consequently, a large waste production from the construction and demolition works carried out on site. Most of these wastes can be harnessed but have not been appropriately processed and / or have not a good final disposal, which has given rise to damage to the elements of the environment. Worse still, is the problems generated by the mismanagement and intervention of construction and demolition waste by municipal administration. To intervene this problem requires to starts from the need to improve the management of waste and involve sustainability criteria in the chain of waste management, especially those of construction and demolition.

This paper sustainable waste intervention analyzes the current situation in the generation and management of debris generated by construction, it also includes methods of sustainable development and public policies with the necessary conditions to make recycling activity a viable possibility in our context and generate necessary actions to

achieve total management of construction and demolition waste in the municipality of Tame, Arauca.

**Keywords:** Construction, Development, Management, Sustainability, Waste.

## Introducción

La actividad de la construcción se considerada una de las más importantes para el desarrollo de los países. En Colombia se presentó un incremento del 1,7% en el segundo trimestre de 2017 (DANE, 2017). Esta cifra es positiva, y tal crecimiento del sector ha conllevado al incremento de los residuos de la construcción y demolición (RCYD). Estos escombros son materiales de desecho generados durante la ejecución de actividades de construcción, demolición y reformas a edificaciones de obra civil o al espacio público. Los residuos incluyen materiales rechazados, no utilizados y sobrantes de la obra y son considerados inertes o no peligrosos, los cuales poseen una alta susceptibilidad de ser aprovechados mediante la transformación y reincorporación como materia prima a la fabricación de nuevos productos, o a la utilización nuevamente en obras. Para el municipio de Tame, según cifras de Plan de Desarrollo Municipal 2012 – 2015 (s.f) se generan aproximadamente 770 toneladas al mes de residuos solidos, cantidades que al año pueden lograr llegar a 10.000 Ton para un municipio pequeño, situación que plantea la necesidad de revisar el manejo y conocer los posibles escenarios y oportunidades de intervencion de los residuos en el territorio.

Este documento muestra la situación actual del municipio de Tame, Arauca en torno a los RCYD y analiza las deficiencias que presentan los procesos actuales de manejo y gestión de los residuos. Adicional, pretende mostrar lo referente a un adecuado proceso de manejo de los escombros, para estandarizar un proceso que implique el reciclaje de los mismos avalado por estudios óptimos, normas técnicas y legislación sujeta a la sostenibilidad.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Descripción del problema**

La industria de la construcción está directamente relacionada con el desarrollo y crecimiento acelerado del municipio de Tame, dado por la proyección de desarrollo urbano en equipamientos de índole dotacional, institucional y comercial; conjuntos de viviendas unifamiliares y multifamiliares; zonas para espacios públicos como parques, plazoletas y senderos peatonales e infraestructura vial para así solventar las necesidades que requiere el territorio. Estas actividades constituyen un riesgo para el medio ambiente, puesto que genera una gran cantidad de escombros relacionados con actividades de movimiento de tierras, reparaciones o remodelaciones de edificaciones, construcciones nuevas y demoliciones de infraestructuras; y como consecuencia trae una variedad de residuos sólidos entre ellos el concreto, bloques, gravas, tierra, maderas, formaletas, marcos, tablas, desperdicios de metales, vidrios, asbestos, tuberías, aluminio, partes eléctricas y productos afines de la obra civil.

En general, la problemática de los residuos de la construcción y demolición (RC&D) en las diferentes ciudades colombianas es muy similar; sin embargo, este comportamiento está en función del número de sus habitantes, siendo más crítico en ciudades que superan 2 millones de habitantes, como Bogotá, Medellín y Cali. No obstante, en ciudades más pequeñas esta problemática es cada vez más notoria debido al gran dinamismo que presenta el sector de la construcción. (Robayo , Matthey, Silva, Burgos , & Arjona, 2015)

Este auge de la construcción en el municipio ha contraído grandes cuantías de residuos, que por la falta de planificación no cuentan con un proceso adecuado de disposición final. Los constructores en el sector muestran desinterés ante este hecho y en gran medida los problemas ambientales y sociales que repercuten ante esta situación son altos. Estos desechos por lo general han sido depositados en vertederos de forma incontrolada; dejados a orillas de las carreteras y ríos, ubicados en potreros para la correspondiente quema de los mismos o dejados en lotes baldíos para próximos rellenos en nuevas construcciones que lo requieran.

Actualmente en Colombia la gestión de los RC&D tiene como desenlace el vertimiento de estos residuos en escombreras, manejo que en contadas ocasiones es controlado; sin embargo, la disposición de estos residuos en sitios no autorizados es hoy día una práctica muy frecuente en la mayoría de las ciudades colombianas, siendo hasta ahora la opción más sencilla de desechar estos residuos; no obstante, esta resulta ser una opción cíclica, económicamente inviable, no definitiva y con mayor impacto ambiental, pues el inminente agotamiento de los vertederos hace necesaria la búsqueda constante de nuevos lugares para la disposición de estos residuos. (Robayo et al., 2015)

En la actualidad no se recupera mayor cosa de estos escombros y se está desaprovechando material potencialmente reutilizable, reciclable y valorizable y se afecta negativamente el entorno.

## **1.2 Pregunta problema**

¿Cómo determinar lineamientos, medidas y estrategias para abordar una metodología técnica que permita incluir, respetar y orientar directrices de planeación y ejecución en cuanto al manejo de los residuos de la construcción y demolición en el municipio de Tame - Arauca?

## **1.3 Sistematización del problema**

¿Cuáles son los aspectos normativos, conceptuales y tendenciales relacionados con el manejo e intervención de los residuos construcción en el municipio de Tame, Arauca?

¿Cómo establecer de manera clara y concisa las acciones involucradas en la generación de residuos de la construcción que sirva como un apoyo para no seguir cometiendo estas complicaciones con el entorno?

¿Cuál ha sido el manejo integral que le ha dado la administración municipal frente gestión e intervención de los residuos de la construcción en el territorio?

¿Cómo formular un instrumento técnico y adecuado que permita direccionar el aprovechamiento de los residuos sólidos bajo el criterio de sostenibilidad en el municipio?

## 2. Justificación

Según Ramírez Tobón, (2014, p.18) cita a Leigh y Patterson (2005) demuestra que, estudios indican que la desviación de los RCYD de las escombreras a la reutilización y reciclaje genera beneficios para la sociedad, la economía, y el medio ambiente como la creación de nuevos puestos de trabajo, extensión de la vida útil de los rellenos sanitarios, reducción de la demanda de materiales originarios de canteras, la conservación del suelo y el hábitat, la reducción de los costos globales de eliminación y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La industria de la construcción deriva grandes volúmenes de residuos y por esta misma razón es una de las mayores productoras de contaminación en el país. Todos los actores de la economía vinculados con este proceso han empezado a preocuparse por la cantidad de residuos generados y por establecer cambios radicales en sus formas de construir y vender servicios, para mejorar la calidad del entorno. En Colombia se plantean medidas legales y económicas referentes a la gestión integral de los residuos de la construcción, sin embargo, aún son insuficientes. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2017) expidió,

La resolución que reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición o escombros en el país, para disminuir a las afectaciones generadas en el ambiente tales como la contaminación del aire, el agua, el suelo y el paisaje. Según estudios realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el 2011 se produjeron en las ciudades de Bogotá, Medellín, Santiago de Cali, Manizales, Cartagena, Pereira, Ibagué, Pasto, Barranquilla, Neiva, Valledupar y San Andrés 22.270.338 toneladas de Residuos de Construcción y Demolición - RCD.

Esta investigación de gestión e intervención sostenible se realizará debido a la situación sobre el manejo de los residuos de la construcción, dado que en el municipio de Tame, no cuenta con las herramientas necesarias que permitan evaluar el manejo integral de los escombros pertinentes a su disposición final. Este es un problema que va en aumento apropiándose de vías públicas, zonas verdes, caminos, senderos peatonales y ríos; y es necesario establecer una herramienta que permita evaluar el desarrollo de las actividades y la cantidad de residuos generados. De esta manera, el proyecto de investigación surge para identificar, establecer y proporcionar una alternativa de gestión y manejo de los residuos sólidos de la construcción, ya que ha sido un aspecto de descuido por la administración municipal durante este último tiempo, ocasionando contaminación al ambiente.

Este estudio es pertinente por ser aplicado a la problemática ambiental y al desarrollo sostenible del lugar, identificando y caracterizando los hechos ocurridos con respecto a la contaminación por los residuos de la construcción en general. Con la reincorporación de los residuos o escombros de la construcción, aparece la perspectiva de los que se denomina construcción sostenible, que es aquella que está comprometida con el ambiente, la cual hace un uso sostenible de energía, minimiza los impactos, reutiliza y recicla los materiales, entre otros.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Elaborar una guía de gestión e intervención fundamentada en acciones sostenibles y medidas estratégicas para promover un desempeño ambiental responsable con el desarrollo de proyectos urbanísticos en el municipio de Tame, Arauca.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la situación de manejo y gestión integral de los residuos de la construcción y demolición en el municipio.
- Presentar de forma clara una descripción de las acciones implicadas en los procesos de generación de residuos de la construcción y sus posibles impactos al municipio.
- Identificar los aspectos normativos, conceptuales y tendenciales relacionados con el manejo e intervención de los residuos construcción en el municipio de Tame, Arauca.
- Establecer alternativas para el aprovechamiento y reutilización de los residuos de la construcción.
- Formular un instrumento técnico y adecuado que permita el aprovechamiento de los residuos de la construcción en el territorio.

## **4. Delimitación**

### **4.1 Delimitación Temporal**

El desarrollo de este trabajo de grado se inició en el módulo de investigación I del primer semestre de la Especialización de Interventoría y Supervisión de la Construcción que consta de 16 horas de clase distribuidas de la siguiente manera: 10 horas presenciales y 6 horas virtuales; al finalizar este módulo la idea es generar un documento con marcos de referencia y demás, el documento final será entregado como proyecto de grado a nivel de monografía al finalizar el semestre de la especialización.

### **4.2 Delimitación Espacial**

Este proyecto de investigación se realizará en la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca, y el área de influencia del proyecto que sería el municipio de Tame, del departamento de Arauca. Sin embargo, la aplicación del modelo propuesto no se reduce solo a esta área, sino también es aplicable a cualquier zona del país.

### **4.3 Delimitaciones Circunstancial**

Esta investigación concierne a la subjetividad del encargado de la elaboración de la guía de intervención sostenible de los residuos, que está sujeto a la Resolución 472 de 2017, que reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición, como normativa más relevante.

Este proyecto se realiza según características del municipio de Tame y aplica para todos los municipios de Colombia respecto al manejo y gestión de los residuos de construcción y demolición.

## 5. Marco referencial

### 5.1 Marco Geográfico y de contexto

El proyecto se pretende desarrollar desde lo académico para la Universidad Santo Tomas, división de ingenierías y arquitectura para el programa de especialización en interventoría y supervisión de la construcción.

Su impacto geográfico se va a desarrollar en el Municipio de Tame – Arauca, sin embargo, su aplicación puede abarcar cualquier parte del país, que comparta las características urbanas que el territorio presenta.

#### 5.1.1 Descripción General del Municipio

##### 5.1.1.1 Ubicación.

Tame es un municipio situado al suroccidente del departamento de Arauca, Colombia, ubicada en una meseta de la cordillera oriental, rodeada por dos ríos principales como lo son el rio Tame y el rio Cravo norte.

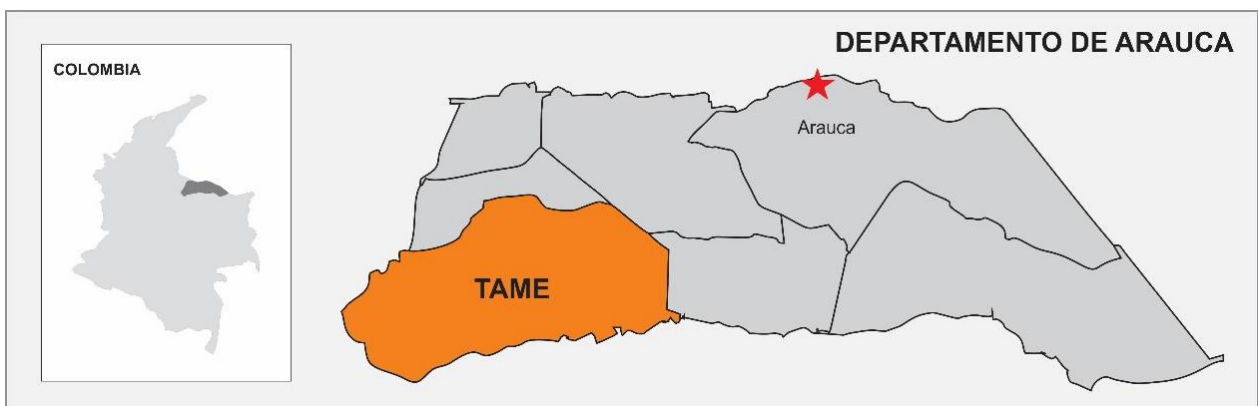


Figura 1. Mapa de ubicación del Municipio de Tame, Arauca

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Nombre del Municipio	Tame
Departamento	Arauca
Código DANE	81794
Extension Total	6.547 Km2
Población Total	53.266 Hab.
Categoría del Municipio	6
Instrumento Territorial	PBOT
Gentilicio	Tameño - a

Figura 2. Datos de descripción del Municipio de Tame, Arauca.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2016) el municipio tiene una extensión de 5.300 Km<sup>2</sup>, una altitud media de 325 metros sobre el nivel del mar (MSNM), una temperatura promedio de 25,9 grados centígrados (C°), y con una población urbana de 20.157 habitantes, dato estadístico por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2016.

**5.1.1.2 Límites del Municipio.**

Sus límites al norte con el municipio de Fortúl (Arauca), al oriente con Arauquita y Puerto Rondón (Arauca), al sur con Hato Corozal y Sácama (Casanare) y al occidente con La Salina (Casanare), el Cocuy y Guicán de la Sierra (Boyacá).



Figura 3. Límites del Municipio de Tame, Arauca

### **5.1.1.3 Accesibilidad al Municipio.**

Según la Alcaldía Municipal de Tame (s.f), Tame se presenta como un paso obligatorio para quienes viajan del centro del país al departamento araucano, donde convergen las principales arterias viales, que son la ruta de los libertadores (Bogotá – Tunja – Tame – Arauca – Caracas) y la troncal del llano (Bogotá – Villavicencio – Yopal – Tame – Saravena). El municipio es un punto de distribución del tráfico terrestre hacia Puerto Rondón, Cravo Norte, Arauca, Saravena, Puerto Jordán, Panamá, y Fortúl. Adicional, Tame cuenta con un aeropuerto que permite el servicio regular y la comunicación con las poblaciones vecinas. Los principales vuelos tomados por los pasajeros fueron Bogotá D.C., Arauca, Cúcuta, Saravena y Villavicencio, mientras que los de carga fueron Arauca, Cúcuta, Bogotá D.C., Chía y Saravena. También utiliza los ríos que recorren su territorio para la comunicación fluvial. Dista de Arauca la capital departamental 183 km por vía terrestre.

### **5.1.1.4 Climatología.**

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2016), afirma que las tierras poseen diferentes pisos térmicos que se distribuyen entre los climas cálido, templado y frío; y que van desde el frío de la sierra nevada del Cocuy hasta el clima tropical de las sabanas que se extienden después de que concluyen los montes de la cordillera; la humedad relativa promedio anual es de 81% y la temperatura promedio anual es de 25,9°C, siendo marzo el mes de mayor temperatura y julio el de menor.

### 5.1.2 Análisis del contexto, Municipio de Tame

El número de obras de construcción, remodelación y demolición en el municipio de Tame aumenta de manera constante como consecuencia del crecimiento y desarrollo socioeconómico de la población urbana. Estas prácticas generan grandes volúmenes de residuos que en la actualidad son un problema de contaminación ambiental. Los residuos de la construcción y demolición suponen uno de los impactos más significativos de las obras dado por su gran volumen y heterogeneidad. Según el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (s.f.) la primera razón acelera el ritmo de colmatación de los vertederos y otras veces no se sabe a dónde llegan estos residuos para su disposición final; y la segunda dificulta considerablemente las opciones de valorización de residuos.



*Figura 4.* Vista aérea del Municipio de Tame, Arauca

Fuente: <http://nuestrotame.blogspot.com.co/>

Actualmente en el municipio se presentan proyectos relevantes entre ellos se destacan, la construcción y mantenimiento de la infraestructura o malla vial urbana; la construcción de espacios públicos, senderos peatonales, ciclovías, parques ecológicos y plazoletas urbanas, la construcción de equipamiento institucional como colegios nivel 1, hogares infantiles y casa de la cultura; equipamiento recreativo como la pista de patinaje; equipamiento comercial con la plaza de mercado, equipamiento turístico con hoteles campestres, construcciones residenciales y redes de acueducto y alcantarillado.



Figura 5. Inicio obras pista de patinaje, Tame

Fuente: <https://www.arauca.gov.co/noticias/>



Figura 6. Inicio de obras de espacio público, andenes y vías urbanas

Fuente: <https://www.tame-arauca.gov.co>



*Figura 7.* Obra casa de la cultura, Tame

El desarrollo de estos proyectos determina una considerable cantidad de RCYD, donde los mayores productores de residuos son las constructoras pequeñas, consorcios, fimas y las obras publicas.

En la actualidad el manejo de los RCYD en el municipio de Tame se divide en dos sectores; formal (constructoras) e informal (particulares); en este sentido existen alternativas para transportar los RCYD desde su lugar de origen hasta el sitio de disposicion final o estacion de transferencia, entre ellos se encuentran los volqueteros particulares y de empresas privadas (Cotranstame, Cotranal, Covolta).

Algunos constructores contratan a empresas privadas transportadoras quienes disponen de manera controlada los residuos en el vertedero municipal smeer, y otros prefieren contratar volqueteros particulares para transportar los residuos por su facilidad en el costo de viaje, y en algunas ocasiones lo disponen de manera inadecuada en botaderos ilegales. Causa de ello se debe a la distancia que hay desde el centro urbano hasta el vertedero smeer, que comprende 20 kilometros con un tiempo de 30 minutos.



*Figura 8.* Botaderos Ilegales en el Municipio

En general se calcula que el municipio genera 770 Ton/mes de residuos. Uno de los botaderos ilegales principales que presenta el municipio, está ubicado en el centro urbano en el barrio Villadela, donde varios constructores y contratista han empezado a destinar en gran proporción residuos de la construcción. También se encuentran otros sitios no autorizados, como parques, a orillas de las carreteras y ríos, en potreros para la correspondiente quema de los mismos o dejados en lotes baldíos para próximos rellenos en nuevas construcciones que lo requieran. Esto genera focos de contaminación alrededor de la ciudad y como consecuencia problemas de salubridad que afectan de manera directa a la población en general.



*Figura 9.* Botadero ilegal Villadela, Tame

El manejo que se da hoy a los RCYD en el municipio de Tame es inapropiado, por lo que terminan siendo tratados como desechos y contaminados desde la fuente con otros materiales, e incluso con materia orgánica. Esta mala práctica hace imposible llevar a cabo la actividad del reciclaje de los RCYD. Por esta razón, antes de pensar en el aprovechamiento de estos materiales es indispensable generar un plan de gestión y manejo de los residuos en obra, para su selección y separación de materiales aprovechables, para posteriormente distribuirlos a los diferentes procesos de reutilización.

Una de las principales barreras o dificultades para la implementación de los procesos de reciclaje es la falta de cultura y poco comportamiento cívico en la población de Tame, adicional los bajos incentivos financieros para las empresas que efectúan las buenas prácticas para el manejo de escombros, la falta de conocimiento sobre el reciclaje y la escasa articulación en la cadena del aprovechamiento y reciclaje de los residuos.

## **5.2 Marco Teórico**

### **5.2.1 Estado del arte**

Desde la dimensión normativa, se observa que la ciudad dispuso de normas específicas relacionadas e integradas con la gestión de escombros solo a partir de 1994. Antes de esta norma, los escombros eran considerados como un elemento más de los residuos sólidos urbanos y administrados bajo marco normativo de carácter nacional. Fue así como a través la resolución 541 de 1994, por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica o suelo de excavación.

En 1997 se estableció el decreto 357 de 1997. “Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción” se fijaron normas de conducta, lineamientos de manejo y sanciones para los que incumplieran las disposiciones. Esta normativa estableció que los residuos de construcción eran escombros y la acción posible de realizarse para su manejo es disponerlos en escombreras autorizadas.

En 1998 el Ministerio del Medio Ambiente emite la Política para la Gestión Integral de Residuos, la cual habla de “reducción en el origen; aprovechamiento y valorización; tratamiento y transformación; disposición final controlada”.

En el año de 2002 y el 2005, la economía colombiana pasó por un buen momento con un crecimiento promedio del 3.9% anual y ha sido precisamente la construcción, el sector más dinámico presentando un incremento del 12,2% logrando consolidarse hasta el presente como sector estable. (Ramírez Tobón, 2014)

Debido a esto, se ha tenido un desarrollo acelerado en los últimos años y genera una gran cantidad de consumo de recursos por un lado y por el otro una importante producción de residuos, los cuales tienen una gestión realmente desconocida y descontrolada en Colombia. De este gran volumen de RCYD que se producen en Arauca, van a parar a sitios no autorizados, alterando el paisaje y contaminando los suelos; dando como generadores mayoritarios a constructores privados, a contratistas de pequeña envergadura y a construcciones públicas.

Esto también representa una pérdida de recursos, pues el hecho que se desechen como residuos ciertos elementos provenientes de las obras, que poseen aun capacidad de ser valorizados. Hace algunos años, no se habría pensado sobre la reutilización de escombros

de construcción como agregados a nuevos materiales o a nuevas tecnologías, dada por la oferta de materias primas en la ciudad.

Ahora, la aparición de normativa respecto a la gestión de RCD en Colombia, ha empezado a estructurarse en los últimos años, donde las normas implican la reducción de la producción de residuos, la reutilización de residuos o elementos que así lo permitan, el reciclado, la valorización energética de los residuos y el depósito adecuado en vertederos de todo lo que no pueda valorizarse. Allí aparece el Decreto 4741 de 2005 que reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral; la Ley 1259 de 2008, la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros y por último, la resolución 472 de 2017, que reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD. Adicionalmente, esta norma brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD, mediante la implementación de instrumentos y reglas para las instalaciones de gestión de RCD.

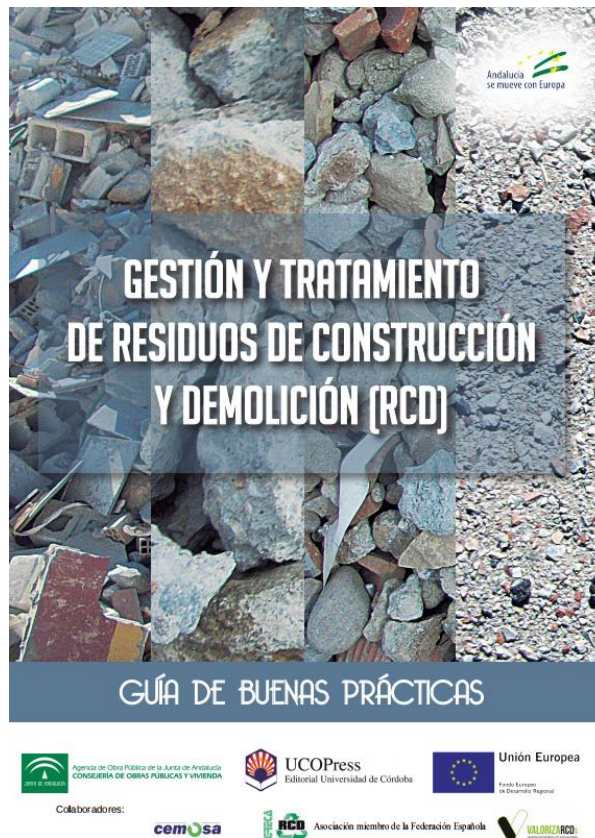
Estas normas pueden frenar el deterioro del medio en que estamos inmersos, pero esto implica un cambio drástico en la mentalidad de todos los agentes implicados, siendo imprescindible su compromiso activo, para así acercarse a la sostenibilidad global de la actividad constructora. Hasta ahora, la opción más sencilla consiste en deshacerse de los residuos depositándolos en vertederos legales, en el mejor de los casos, sin embargo, esta opción no es sostenible, pues es inminente el agotamiento del sitio de disposición cercano al casco urbano, en este caso al vertedero de Smeer, Tame.

Lo adecuado en un futuro es separar los diferentes residuos en obra y entregar los RCYD aun gestor autorizado para su total valorización.

## 5.2.2 Análisis de Referentes

### 5.2.2.1 Referente Internacional

**Gestión y tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) Guía de Buenas Practicas, Agencia de obra pública de la Junta de Andalucía, Consejería de Fomento y Vivienda, España.**



*Figura 10.* Gestión y tratamiento de residuos de Construcción y Demolición (RCD)  
 Fuente: Guía de Buenas Prácticas – Junta de Andalucía

Esta Guía tiene por objeto dar a conocer las obligaciones de cada uno de los agentes que intervienen en la gestión de los RCD y divulgar las buenas prácticas en la gestión de los RCD que se deben llevar a cabo en las plantas de tratamiento autorizadas, destacando la importancia de la selección en origen de los residuos, la clasificación de los mismos a la entrada, las operaciones de pre-tratamiento, tratamiento primario y secundario, proceso de cribado y obtención de diferentes tipologías de áridos reciclados de RCD con nomenclatura comercial acorde a como se redactarán los futuros Pliegos de Prescripciones Técnicas de los Proyectos de obras. Se incluyen diagramas de flujos y documentos a emplear por los Agentes involucrados en la gestión de los RCD para el cumplimiento de sus obligaciones. (Junta de Andalucía, 2015)

Son cuatro las Administraciones competentes en la gestión de los RCD: la Unión Europea (UE), el Estado, las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales, que han promulgado Directivas, Reales Decretos, Decretos, Planes y Programas cuyo objetivo es en primer lugar la minimización y reutilización de los RCD, en segundo lugar, su reciclaje mediante la producción de áridos reciclados de RCD con plantas de tratamiento autorizadas, en tercer lugar, valorizar de alguna manera aquellos residuos que no se puedan reciclar y como última opción la eliminación en un vertedero autorizado. Cualquier vertido fuera de estas instalaciones es una infracción sancionable, aunque se trate de un residuo inerte. (Junta de Andalucía, 2015)

### **Origen y producción de RCD**

El tratamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) no debe comenzar en la planta de tratamiento, sino que debe ser considerado desde su producción, en el momento de deconstrucción o demolición en las mismas obras de ingeniería e edificación.

Así, para la obtención de unos áridos reciclados (AR) de RCD de calidad es necesario separar las distintas fracciones mediante un proceso de demolición selectiva, dando lugar a un incremento del coste de demolición. Para compensarlo, las plantas de tratamiento de RCD deben disponer de tasas diferenciadas en función del grado de contaminación y mezcla de fracciones que tenga el RCD en su recepción. (Junta de Andalucía, 2015)

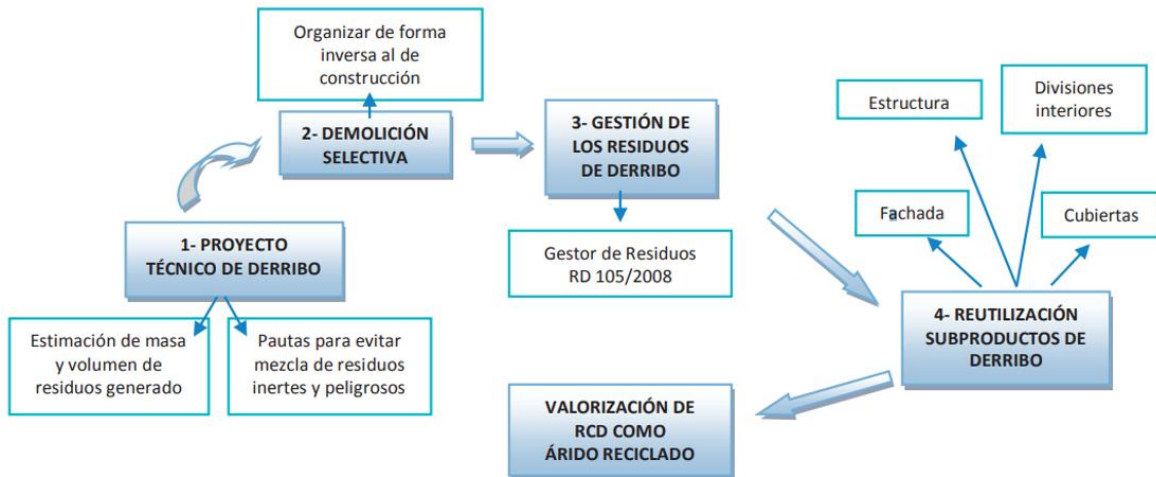


Figura 11. Esquema General del ciclo de vida de un RCD  
Fuente: Guía de Buenas Prácticas – Junta de Andalucía

Todos los elementos de las tres primeras etapas deben depositarse de manera separada en contenedores o apilarse en acopios independientes para su posterior entrega a gestores o recicladores. Los RP se envasarán, almacenarán y etiquetarán de manera independiente, no pudiendo mezclarse entre sí, ni con otro tipo de residuos, debiendo entregarse a gestores autorizados para su tratamiento. (Junta de Andalucía, 2015)

### Propuesta de sistema de Gestión de RCD

Tratamiento Primario: Debe consistir en un pre-cribado, en una trituración del RCD mediante una machacadora de mandíbulas y un posterior cribado. El pre-cribado tiene la

función de eliminar tierras y partículas de yeso que habitualmente van en la fracción fina del RCD.

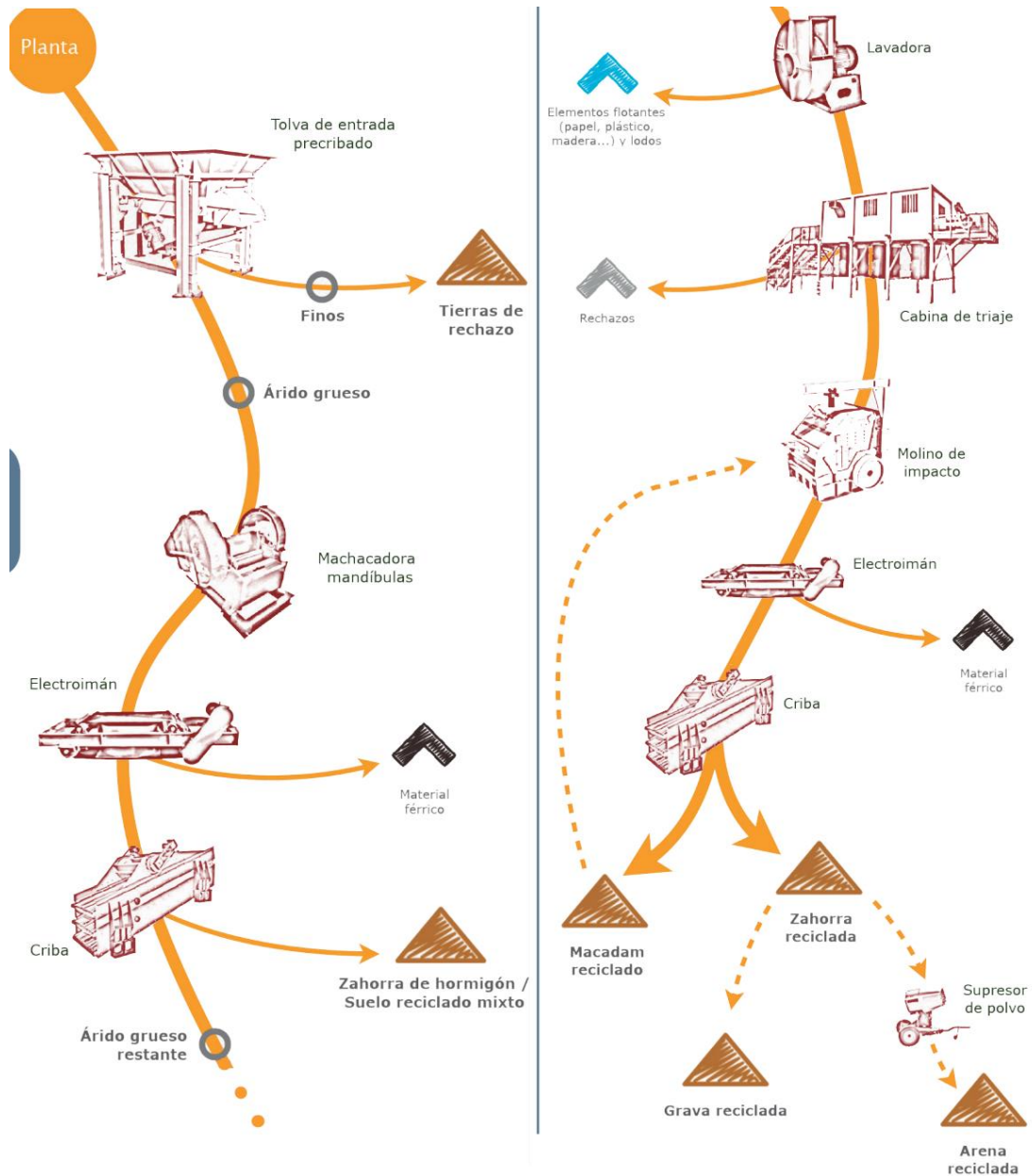


Figura 12. Propuesta sistema de gestión - Tratamientos  
 Fuente: Guía de Buenas Prácticas – Junta de Andalucía

Tratamiento Secundario: Consta de dos etapas: triaje manual y molino de impacto. En el triaje manual los áridos procedentes de la machacadora pasan por una cinta en la que un trabajador, si el RCD es de hormigón, o varios, si es mixto, retiran partículas metálicas, de madera, vidrio, yeso, plásticos etc. Este proceso es de gran importancia para obtener un árido reciclado de calidad. (Junta de Andalucía, 2015)

### 5.2.2.2 Referente Nacional

#### Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de la construcción y demolición – RCD en la obra Bogotá, DC.



Figura 13. Guía de Gestión Integral de los Residuos de la Construcción y Demolición  
 Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición

**Clasificación de residuos de la construcción y demolición.**

Los residuos no peligrosos, según la definición de residuos sólidos del Decreto 2981 de 2013, se dividen en aprovechables y no aprovechables. Los RCD resultan de las actividades de la construcción (demolición, excavación, construcción y/o reparaciones de las obras civiles) o de otras actividades conexas complementarias o análogas y de estos no existe una clasificación definida en la normatividad nacional. Por ello, a continuación, se presenta una clasificación que da pautas para diferenciar los residuos que tienen un potencial para su aprovechamiento y los que por un inadecuado manejo pueden perder este potencial.

(Secretaria Distrital de Ambiente - SDA, 2015)

Categoría	Grupo	Clase	Componentes	
<b>A. RCD APROVECHABLES</b>	I- Residuos mezclados	1. Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría <sup>(1)</sup> .	
		1. Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría <sup>(1)</sup> .	
	II-Residuos de material fino	2. Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría <sup>(1)(2)</sup> .	
		III- Otros Residuos	1. Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
			2. Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
			3. Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
			4. Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.

*Figura 14.* Clasificación de los residuos de construcción y demolición – RCD Aprovechables

Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición

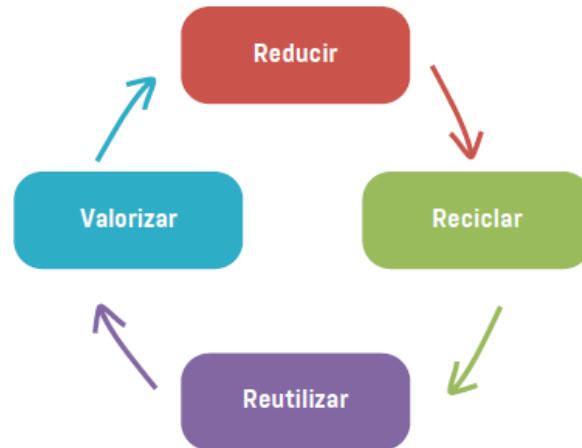
Categoría	Grupo	Clase	Componentes
<b>B. RCD NO APROVECHABLES</b>	IV-Residuos peligrosos	1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos, y los residuos o desechos incluidos en el Anexo I y Anexo II o que presenten las características de peligrosidad descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
	V-Residuos especiales	No definida	Poliestireno - Icopor, cartón-yeso (drywall), llantas entre otros
	VI- Residuos contaminados con otros residuos	1. Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.
VII- Otros residuos	No definido	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras.	

Figura 15. Clasificación de los residuos de construcción y demolición – RCD NO Aprovechables

Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición

**Principio rector para el aprovechamiento.**

El principio de jerarquía permite garantizar una gestión ambiental basada en el uso racional de materiales que eviten la generación de residuos y una eficaz gestión de los RCD. Estos principios tienen por objeto reducir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción, gestión y fomentar su aplicación. El orden jerárquico para la gestión eficiente de RCD es: reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, para efectos de aumentar la calidad de vida de la población y velar por un ambiente sano. (Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, 2015)



*Figura 16.* Principio Rector RCD

Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en la obra

Los residuos de construcción y demolición son materiales con un alto potencial de ser aprovechados, debido a su composición de sus materiales. En aquellos lugares en los cuales no se realiza separación de RCD se desaprovechan materias primas, que, con un adecuado tratamiento, podrían ser recicladas o reutilizadas.

Por otro lado, el no aprovechamiento de estos residuos causa 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 de fuentes hídricas, la generación de material particulado, la compactación y cambio de uso de los suelos, la colmatación de los sistemas de captación de aguas lluvia, entre otros.



*Figura 17.* Jerarquía de aprovechamiento de los RCD

Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en la obra

**Principio rector para el aprovechamiento.**

Los diferentes residuos que se originan en la construcción y demolición de obras pueden ser sometidos a uno o varios de los procedimientos de gestión que se han expuesto anteriormente. Algunos materiales admiten ser aprovechados y para otros solo es recomendable la entrega en un sitio de disposición final. (Secretaria Distrital de Ambiente - SDA, 2015)

A continuación, se muestran las alternativas de uso:

RESIDUO	ALTERNATIVA
Concretos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelos en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
	Reciclar como granulado
Cerámicos	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
Asfaltos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reciclar como asfalto
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como aleación
Madera	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
	Reciclar para tableros y aglomerados
Vidrio	Reciclar para vidrio
Pétreos	Reutilizar como áridos finos y gruesos
Plásticos	Reciclar como plásticos
Telas, bloques, entre otros	Reciclar como base para nuevos productos
Residuos de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de taludes
	Reutilizar como estabilización de suelos
Elementos arquitectónicos	Reutilizar como nuevos productos

Figura 18. Alternativas de gestión para el uso de residuos

Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición

### 5.2.3 Síntesis Argumentativa

Dentro del análisis del referente internacional y nacional encontramos que:

La guía de Gestión y tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), de referente internacional, está sujeta a las buenas prácticas que se deben tener en obra. Dentro de ella se rescata las obligaciones que cada uno de los agentes deben tener a la hora de intervenir en la gestión de RCYD, adicional expone cuáles deben ser los tratamientos que dicho residuo debe tener para su mejor disposición final. Por último, esta guía aporta como debe ser una buena demolición selectiva, para minimizar la cantidad de RCYD y así sea más fácil su control y gestión a la hora de retirar los escombros en obra; con las siguientes etapas:

- Desmontaje de elementos clasificados como residuos peligrosos (RP) como elementos con amianto, tubos fluorescentes, refrigerantes de instalaciones de aire acondicionado, etc.
- Desmontaje de instalaciones eléctricas, fontanería incluyendo aparatos sanitarios y grifería, abastecimiento de agua, climatización, etc.
- Desmontaje de carpintería (puertas, ventanas y mobiliario)
- Desmontaje de falsos techos, revestimientos de paredes, tabiquería y cerramientos.
- Demolición de la estructura (pilares, forjados, muros de carga)
- Demolición de los cimientos

Por otra parte, la guía de referente nacional, instaurada en Bogotá aporta aspectos importantes desde su contenido, entre ellas podemos resaltar la clasificación de los residuos de construcción y demolición, los procesos de aprovechamiento, las medidas y alternativas de gestión, y una estructura para un plan de gestión en obra. Estas características son fundamentales por su aplicación a aspectos mínimos a considerar en las fases de ejecución de proyectos y a la identificación por parte del constructor a los RCYD generados en obra,

para su respectivo control, dirigido siempre a la disminución de costos de inversión en la obra.

Estas son herramientas necesarias y adecuadas para adoptar estrategias de minimizar la disposición final y aprovechar al máximo los RCYD generados durante el proceso constructivo. Es importante conocer desde la planeación el proyecto con sus etapas constructivas, para que sea más fácil y así garantice una gestión ambiental sostenible basada en el uso racional de los materiales que eviten la generación de residuos.

#### **5.2.4 Teorías y conceptos de apoyo**

##### **5.2.4.1 Generación de residuos de construcción y demolición - RCD**

Según Rocha (2015) Las ciudades del mundo, sin distingo alguno de su grado de desarrollo, experimentan dos problemas que además de crecientes, ocasionan presiones y coyunturas ambientales de alta significación para su óptimo desenvolvimiento. Ellos son: la contaminación del aire por el transporte urbano y la generación de residuos a todo nivel. Dentro del segundo aspecto, la generación de residuos a todo nivel, se encuentran cobijadas las actividades de la construcción y la demolición. Al ejecutar un puente, una vía o un edificio, se llevan a cabo actividades de movimiento de tierra y excavaciones. En estas actividades se generan los primeros residuos de la obra. Luego se producen otro tipo de residuos que son catalogados como inertes y pétreos, identificándose los restos de concreto; restos de ladrillo y mortero de pega; restos de material cerámico; restos de tuberías plásticas; madera y empaques de materiales.

Cabe anotar, que los dos primeros tipos de residuos son los predominantes en Colombia y parte de América Latina, dadas sus técnicas de construcción similares. En la demolición

de obras antiguas o que han sufrido daños irreparables por causas externas, se generan obviamente cantidades de residuos que suelen ser más variados. Por ejemplo, a las anteriores, se les suman también restos de manto asfáltico, tejas de arcilla cocida, fibrocemento, aluminio y morteros de revoque. Estos residuos son más difíciles de tratar que los producidos en la construcción nueva, porque al no contar con programas de recuperación de escombros, no se demuele selectivamente, sino que se vierten a un mismo sitio, contaminando los susceptibles de ser aprovechados y disminuyendo así la posibilidad de su reciclaje o reutilización.

Adicional Rocha (2015), demuestra que para tener una idea de la magnitud del problema de los residuos generados por la construcción y la demolición, basta con referenciar que, en Medellín, con aproximadamente dos millones doscientos mil habitantes, se generan más escombros que residuos sólidos urbanos. Las cantidades Residuos Sólidos Urbanos en Medellín son de 2.400 Ton/día; y los residuos de Construcción y Demolición en Medellín son de 6.900 Ton/día.

Lo alarmante de estas cifras, es que no se implementan medidas rigurosas para reducirlas, como tampoco para su valoración y recuperación como nuevas materias primas.

Según Rocha (2015) cita a la Asociación Social Popular (ASOP) por medio de la Secretaría del Medio Ambiente del Municipio de Medellín (2005) manifiesta que, se dan luces para las estrategias a desarrollar en aras de minimizar el problema, resaltándose la necesidad de ejecutar procesos de construcción sostenible más reflexivos, a través de la valoración de residuos: “Es clara la posibilidad de valorizar los RCD a través de prácticas como la reutilización y el reciclaje. Se pueden obtener materiales compuestos de uso masivo en la construcción, tanto a nivel estructural como de baja sollicitación físico-

mecánica.” El mismo estudio resalta en una de sus conclusiones: “Con una adecuada gestión y valoración de los escombros urbanos, la ciudad gana en paisaje y en competitividad económica, pues las normas ambientales internacionales cada día son más exigentes con el origen y la composición de los productos”.

Queda claro que el asunto de los residuos generados por la actividad de la construcción, es crítico y merece ser tratado profesionalmente por académicos, empresarios y autoridades, que manejen y estructuren una directriz de adecuada a la minimización del problema.

En el municipio de Tame el promedio de residuos sólidos anuales es de 10.000 ton/año. Actualmente la mayor cantidad de residuos va sujeto a los residuos de construcción y demolición y se debe en gran medida a proyectos de infraestructura vial en el municipio.

#### **5.2.4.2 Clasificación de los residuos de construcción y demolición.**

Para realizar una buena gestión de los residuos de construcción y demolición, primero debemos conocer su clasificación según diferentes sectores.

- Según su naturaleza se clasifican en:

**Residuos inertes:** Son aquellos que no presentan ningún riesgo de contaminación en general, se asimila a los materiales pétreos. Estos residuos no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

**Residuos no peligrosos o no especiales:** Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos. La característica de no peligrosos es la que define sus posibilidades de reciclaje, de hecho, se reciclan en instalaciones industriales juntamente con otros residuos.

**Residuos especiales:** Son aquellos formados por materiales que tiene determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente.

- Según su fuente de generación y origen se clasifican en:

**Materiales de limpieza de terrenos:** Formados por ramas, árboles y capa vegetal en general.

**Materiales de excavación:** Es considerado normalmente como un residuo inerte, natural o artificial. En algunos casos se presenta con contaminantes cuando no corresponde a un suelo virgen.

**Residuos de obras de infraestructura vial:** Compuesto por trozos de losas de hormigón de la construcción de caminos, residuos de asfalto y trituraciones del pavimento asfáltico, puentes, renovaciones de materiales.

**Residuos resultantes de construcción nueva, de ampliación o reparación y demolición:** Los residuos resultantes de la demolición, son los materiales y productos de construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios y de instalaciones. Se originan gran cantidad de residuos o inertes pétreos.

#### **5.2.4.3 Manejo de los residuos sólidos en la construcción.**

Durante muchos años la generación de residuos ha sido descontrolada en todos los campos, pues las personas no se preocupaban por la generación ni mucho menos por el manejo adecuado, y a esto se le suma el hecho de la carencia de normativa que regulara su generación para así evitar sanciones. Debido a los graves problemas medioambientales que se tienen actualmente, ha surgido la necesidad de programar muy bien las actividades que

se realizan para así controlar los residuos que se generan y poder cumplir con las legislaciones que ha aparecido recientemente.

Anteriormente las empresas constructoras solo se preocupaban por realizar rápidamente sus proyectos y no tenían en cuenta los impactos que causaban al ambiente con el tratamiento de los escombros. Las constructoras simplemente retiraban el material de las obras y las colocaban sin ningún control en vertederos asignados que se colmaban rápidamente debido a la cantidad de escombros. Hoy, son conscientes de la situación y se han empezado a tomar medidas simples que le permiten dar un manejo adecuado a los escombros tanto en la obra como fuera de ella. Se ha demostrado que el manejo a los residuos de la construcción trae beneficios entre ellos la reducción de costos de disposición.

Según Carcamo (2008) cita a Teck Wing (2006) donde contempla que, se debe tener en cuenta que el manejo de los residuos, es muy diferente en cada país que varía de acuerdo a las normativas que rigen para cada uno. Sin embargo, se puede generalizar diciendo que existen 3 acciones sencillas que contemplar para brindar el manejo adecuado a los residuos.

- Saber desechar: Desde el punto de vista de la eficiencia y la responsabilidad, debemos mirar que materiales son desechados y en qué cantidades, ya que esto nos puede decir mucho respecto a los rendimientos de los equipos y trabajadores.
- Seguir las 3 R's: El principio de las 3 R's se basa en 3 acciones: reducir, reusar y reciclar. Con la reducción de los residuos más significativos se puede ahorrar dos veces: una cuando se reduce la lista de material saliente y otra cuando se paga menos por la disposición final.
- Investigar las condiciones locales y las opciones: Es necesario y prioritario establecer un vínculo entre las constructoras de la ciudad para encontrar un manejo

adecuado, eficiente y económico de los residuos de la construcción y poder conservar los recursos naturales y la capacidad de los vertederos.

#### 5.2.4.4 Principio de las 3 R's

De acuerdo con Carcamo (2008), es necesario implementar los principios de responsabilidad ambiental respecto a las 3 R's, que se describen a continuación:

**La reducción de las basuras:** proporciona el más grande beneficio ambiental. Cuando se utiliza menos material, se paga menos por la disposición, se reduce la contaminación y el transporte, se ahorra energía y agua y lo más importante es que mantiene el material fuera de los vertederos, lo cual es muy ventajoso ya que en la mayoría de los países esa es la principal acción para deshacerse de los residuos y reducirlos, se alarga el tiempo de vida útil de los mismos. De esta manera, la reducción de los residuos puede ser considerada como la idea principal para un plan de manejo de residuos.

Esa idea, debe comenzar con el proyecto mismo y es necesario que todos los que participan en el proyecto de construcción busquen soluciones ingeniosas para reducir la cantidad de materiales a utilizar y por consecuencia los residuos generados. Entre las posibles acciones se encuentran el diseño de secciones mecánicamente más eficaces, la utilización de placas delgadas y ligeras, y la disminución de la cantidad de medios auxiliares (andamios, encofrados, maquinarias, etc.). La industria de la construcción ha creado varias tecnologías alternativas en lo que a la producción de residuos se refiere, como lo son elementos prefabricados de hormigón, estructuras metálicas prefabricadas, entre otros. Sin embargo, estas tecnologías no han podido ser masificadas por los costos que representa su adopción.

**El principio de reusar:** es una actividad que involucra la re aplicación de un material de modo que mantiene su forma e identidad original. Es decir, la recuperación de elementos constructivos completos y el reuso con las mínimas transformaciones posibles. En otras palabras, es extender la vida útil de los materiales existentes y disminuir así el uso de nuevas fuentes de materiales.

Durante el proceso de construcción se generan algunos residuos reutilizables procedentes de materiales y otros de los materiales auxiliares, tales como encofrados de madera y metálicos, andamios o sistemas de protección de seguridad. Los embalajes y envases pueden reutilizarse, en especial los grandes contenedores, que son recargables tantas veces como sea necesario. En el caso de las demoliciones, se puede reutilizar ciertos elementos del edificio, tales como puertas, ventanas y artefactos de instalaciones de iluminación, calefacción, entre otros.

**La tercera acción es reciclar:** consiste en incorporar a los residuos en un proceso en el que el material residual requiera ser tratado, y luego sometido a un proceso de elaboración junto con otros insumos y de esta manera, se conservan las fuentes de los materiales y se mantienen alejados de los vertederos. Se ha podido identificar que los proyectos de demolición y construcción, los cuales representan aproximadamente las dos terceras partes de los proyectos de construcción, presentan numerosas oportunidades de reciclaje.

Según Carcamo (2008) cita a Glinka, Vedoya & Pilas de Zalazar (2005), explica que la reutilización de materiales tiene las siguientes opciones dentro de una obra de construcción:

- Reutilización directa en la misma obra donde son generados los residuos, el ahorro es máximo porque ni siquiera se requiere transporte.

- Reutilización en otra obras, se presenta la necesidad de transportar los residuos desde una obra a otra, con el costo económico y ecológico que ello implica. En esta opción se incluyen dos alternativas: que se realice la venta de los residuos a otra empresa constructora siendo necesario fijar precios y condiciones de suministro, p que los residuos sean utilizados en otra obra de la misma empresa, beneficiándose la empresa en dinero ya que no paga para desprenderse de ellos.

- Reutilización previa transformación, incluye la modificación de la forma y propiedades originales de los productos. Es decir, que los materiales una vez modificados, son utilizados como materias primas de nuevos productos, la misma obra, en otra obra de la misma empresa o vendidas a otras constructoras.

De esta manera Carcamo (2008) cita a Alvira (2006) donde se ha podido establecer algunas razones que permiten demostrar la importancia del reciclaje en las obras de construcción:

- El material reciclable, al estar mezclado con material orgánico o materiales no reciclables, se contamina perdiendo sus propiedades para ser reincorporado al ciclo económico.

- Se ahorra espacio en los rellenos sanitarios, por lo tanto, aumenta su vida útil.
- Se protegen los recursos naturales ya que se degradan en menor cantidad.
- El reciclaje evita la contaminación producida por los desechos que no se descomponen o tardan mucho en hacerlo.

- Mejora las condiciones de vida de las personas encargadas del reciclaje y disposición final.

- Disminuye costos financieros al reincorporar al ciclo económico por medio de la reducción, reciclaje y reutilización de los materiales considerados basura.

- Al reciclar se baja el costo de materia prima de las empresas.

## 6. Marco Conceptual

### 6.1 Conceptos proyectuales

**Aprovechamiento:** Es el proceso mediante el cual, a través de la recuperación de los materiales provenientes de los residuos de la construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico y productivo. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Bioclimático:** criterio de diseño que consiste en tener en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía. (Carcamo, 2008)

**Centro de aprovechamiento de residuos de la construcción:** Sitio autorizado para transformar los residuos de la construcción aprovechables y producir materiales de construcción a través de plantas fijas o móviles. (Carcamo, 2008)

**Demolición Selectiva:** Es la actividad planeada de desmantelamiento que busca obtener el aprovechamiento de los residuos de una demolición. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Desarrollo sostenible:** se considera como aquel desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin que por ello se vean comprometidas las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades. (Ramírez Tobón, 2014)

**Desarrollo urbano:** Proceso de adecuación y ordenamiento, a través de la planeación del medio urbano en sus aspectos físicos y demográficos, además el incremento de las actividades productivas, la conservación y mejoramiento del ambiente y el mantenimiento de la ciudad para su buen funcionamiento. (Ramírez Tobón, 2014)

**Escombros:** Todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o actividades complementarias. (Ramírez Tobón, 2014)

**Generador:** Es la persona natural o jurídica que, con ocasión de la realización de actividades de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas, genera RCD. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Gestión integral RCD:** Es el conjunto de actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponer finalmente los RCD. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Gestor integral:** Es la persona que realiza actividades de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de RCD. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Medidas de mitigación:** Acciones destinadas a disminuir los impactos ambientales y sociales negativos, de tipo significativo, ocasionados por la ejecución y operación de una actividad, obra o proyecto. (Ramírez Tobón, 2014)

**Minimización de impactos:** Acciones tendientes a quitar importancia o disminuir los efectos negativos de un proyecto sobre el medio biológico, físico y humano. (Ramírez Tobón, 2014)

**Reciclaje:** Es el proceso mediante el cual se transforman los RCD en materia prima o insumos para la producción de nuevos materiales de construcción. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Residuo peligroso:** es aquel que, por su característica infecciosa, tóxica, explosiva, corrosiva, inflamable, volátil, radioactiva o reactiva, genera riesgo sobre la población, infraestructura o el ambiente. (Carcamo, 2008)

**Residuos de la construcción y demolición – RCYD-:** Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017) son los residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas, entre los cuales se pueden encontrar los siguientes tipos:

1. Residuos de Construcción y Demolición (RCD), susceptibles de aprovechamiento:

- Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.
- Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.
- Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.
- No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimientos de zinc o estaño, plásticos tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón-yeso (drywall), entre otros.

2. Residuos de Construcción y Demolición (RCD) no susceptibles de aprovechamiento:

- Los contaminados con residuos peligrosos.

- Los que por su estado no pueden ser aprovechados.
- Los que tengan características de peligrosidad, estos se registrarán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión.

**Reutilización:** es la prolongación de la vida útil de los escombros recuperados que se utilizan nuevamente, sin que para ellos se requieran procesos adicionales de transformación. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Transportador:** cualquier persona natural o jurídica que presta servicios de recolección y traslado de residuos de la construcción y demolición en distintos puntos de generación. (Carcamo, 2008)

**Tratamiento:** es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos de la construcción y demolición, incrementando sus posibilidades de reutilización. (Ramírez Tobón, 2014)

**Sitio de disposición final:** lugar utilizado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento de los residuos de la construcción en las plantas, y que por sus características físicas no puede ser objeto de utilización. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

**Sostenibilidad:** es toda acción destinada a mantener las condiciones energéticas, informacionales, fisicoquímicas que hacen sostenible a todos los seres, buscando su continuidad y atendiendo a las necesidades de la generación del presente y del futuro, de tal forma que se mantenga y enriquezca su capacidad de regeneración, reproducción y ecoevolución. (Carcamo, 2008)

## 7. Marco Legal

El marco normativo define las políticas y lineamientos que estructuran y direccionan la investigación, respecto a la instrumentalización del manejo e intervención de los residuos de la construcción y demolición, de esta manera la guía tiene un soporte jurídico con una serie de normas de orden nacional y municipal, las cuales se referencian a continuación:

### 7.1 Normativa del Orden Nacional

**La constitución Política de Colombia de 1991:** Establece en su artículo 49, “la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado”; y el artículo 366 señala que “El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable”.

**Resolución 541 de 1994:** Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación

**Decreto 948 de 1995:** Reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.

**Política para la Gestión Integral de Residuos:** En 1998 el Ministerio del Medio Ambiente emite la política de residuos, la cual contempla la implantación de la Gestión Integrada de Residuos Sólidos -GIRS-, en todas las actividades asociadas en el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad y su meta es administrarla de una

forma compatible con el medio ambiente y la salud. En se habla de “reducción en el origen; aprovechamiento y valorización; tratamiento y transformación; disposición final controlada”, esto implica que el aprovechamiento de los residuos es prioritario y lo vincula a la valorización, para así producir otros bienes y además preservar el ambiente al minimizar el impacto de extracción de materiales nuevos o la afectación de territorios por su enterramiento.

**Decreto 1713 de 2002:** En el artículo 44 menciona, La recolección de escombros. Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, (PGIRS).

**Decreto 4741 de 2005:** Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

**Ley 1259 de 2008:** Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros.

**Resolución 472 de 2017:** Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD. Adicionalmente, esta norma brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD, mediante la implementación de instrumentos y reglas para las instalaciones de gestión de RCD como los puntos limpios y plantas de aprovechamiento, en donde se llevarán a cabo la

separación y el almacenamiento temporal con las condiciones mínimas de operación. Así mismo, se establecen los criterios ambientales para la localización y operación de los sitios de disposición final de RCD.

## **7.2 Normativa del Orden Municipal**

**Plan básico de ordenamiento territorial:** En el artículo 22 se señala, las áreas de Protección de Infraestructura de Servicios Públicos, que corresponden a las unidades territoriales en donde se localizan obras de infraestructura para la prestación de servicios públicos: En el Municipio, a estas áreas corresponden los sistemas de tratamiento de vertimientos de los centros poblados rurales, estos últimos una vez sean construidos, y los sistemas de disposición final de residuos sólidos.

## **8. Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción**

La guía de intervención sostenible pretende orientar a los constructores y demás profesionales a tomar medidas estratégicas y acciones sostenibles dentro del desarrollo o ejecución de alguna obra civil. La aplicación de esta guía beneficia al constructor y por ende al municipio, dado que la identificación de los residuos de la construcción generados en las obras, potencializan la realización de actividades o procesos de prevención sobre la regulación, reciclaje y aprovechamiento de los mismos en las diferentes fases constructivas.

Por consiguiente, se reduce y minimiza los impactos ambientales frente a este tipo de procesos.

Este instrumento presenta una introducción basada en la importancia de realizar acciones sostenibles en las actividades de la construcción; un alcance que determina unos lineamientos mínimos para el manejo de los materiales y RCYD; fundamentada en una normativa aplicable a nivel nacional y local; y en la cual se desarrollan las características generales para la buena clasificación de residuos, los principios fundamentales de aprovechamiento, la gestión e intervención de los residuos y por último las obligaciones y responsabilidades que los actores deben tener dentro de la administración en una obra.

Adicional, esta guía expone de manera clara y concisa las buenas prácticas y estrategias aplicadas durante el desarrollo de construcción, no solo para la prevención de los RCYD, sino también para mejorar su gestión. Como resultado se espera que favorezca la cohesión de la organización en todas las etapas del proceso constructivo y que aporte a un mayor control del proceso.

## **9. Diseño Metodológico**

### **9.1 Tipo de investigación**

En el desarrollo de la investigación se vio la necesidad de hacer dentro del tema de residuos de la construcción y demolición, una propuesta innovadora que comprendiera una guía de gestión e intervención de los RCYD para la aplicación de buenas prácticas de gestión y manejo en los procesos de construcción fundamentados en la sostenibilidad de

acuerdo al desarrollo urbano del municipio; dado el desarrollo de la investigación que empieza con temas básico y fundamentales hasta abarcar una considerable información nos encontramos ante una investigación holística. Esta investigación holística, proporciona criterios de apertura con una metodología integral, que permite trabajar un proceso global, evolutivo, integrador, concatenado y organizado a manera de estudios. Adicional la investigación se direcciona de tipo de exploratoria, descriptiva y proyectiva, con el fin de obtener la mayor información de forma perceptual que sea necesaria para establecer la gestión e intervención actual de los residuos de la construcción y demolición. La estrategia para la investigación es de tipo documental y de campo sujeta a métodos cualitativos para así corroborar las fuentes de información que realicen en el documento.

## **9.2 Campos de acción**

La presente investigación se concentra en el estudio de los residuos de la construcción y demolición generados por las obras civiles dadas en el casco urbano del municipio de Tame – Arauca. Adicional este modelo de guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción puede ser aplicada a cualquier municipio de orden departamental y nacional.

## **9.3 Técnicas de investigación**

Para la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas de investigación:

- Consulta de guías o manuales referentes a la gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Observación y descripción perceptual ante hechos y eventos que realiza el sector ante la gestión de residuos.
- Experiencias personales en el desarrollo de proyecto en el territorio.
- Consulta de material teórico para apoyo de la investigación.

#### 9.4 Muestra y universo de trabajo

La presente investigación está basada en la necesidad de generar una guía que contemple las buenas practicas e impulse el reciclaje de ciertos residuos de la construcción, soportado por normativa nacional y municipal, para aquellos constructores e interventores que actúen en construcción civil con el fin de fomentar un buen manejo de los residuos de la construcción.

#### 9.5 Cronograma

Tabla 1. *Cronograma.*

ELABORACIÓN MONOGRAFÍA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Elección del tema - Planteamiento del problema						
Justificación – Objetivos – Debilitación						
Marco Teórico – Conceptual – Legal – Diseño Metodológico						
Conclusiones – Guía de intervención sostenible						

## 10. Conclusiones

Desde el análisis, se pudo comprobar que el manejo de los residuos de construcción y demolición, desde el momento de su generación hasta su destino de disposición final produce grandes impactos al ambiente, que deben ser controlados con el fin de minimizar su efecto al entorno. La problemática fundamental de estos residuos es su gran peso y volumen, que en consecuencia presenta dificultades en cada etapa de gestión.

En Colombia la actividad del reciclaje e intervención de los residuos es insuficiente, debido principalmente a que los precios de depósito en vertederos son bajos y las sanciones por incumplimiento no se realizan como debería ser. No hay un ente que regule y supervise detalladamente dicha afirmación.

Al darle un correcto aprovechamiento a los RCYD se les asignaría directamente un valor agregado, por lo que aquellas personas que trabajan alrededor de estos materiales serían favorecidas al lograr ser articulados en toda la cadena de reciclaje. Se obtendría así una cultura de recolección, manejo y vertimiento adecuado de los escombros, lo que permitiría que los RCYD representen un ingreso económico adicional al ya obtenido por transportarlo hacia los sitios autorizados.

Con la guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción se logrará evitar los errores comunes que se presenta en el desarrollo de las obras frente a mal aprovechamiento de los materiales de construcción.

La guía presentada entrega de manera clara las estrategias necesarias para la realización de una obra, con el fin de minimizar los impactos ambientales por parte del sector constructor.

## **11. Recomendaciones**

Se hace necesario que las empresas y contratistas que intervienen en el municipio y en cualquier lugar, empiecen a tomar acciones para el control de los residuos que se generan y no esperar a que las entidades ambientales establezcan medidas respecto a ello.

La actual normativa de manejo de residuos de la construcción y demolición es incompleta con relación a la legislación de países en desarrollo, donde es necesario establecer un ente que regule e intervenga los procesos de construcción con respecto a los residuos de los mismo.

### Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Tame. (s.f.). *Todos somos Tame*. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de Alcaldía Municipal de Tame: <http://www.tame-arauca.gov.co>
- Alcaldía Municipal Tame. (2009). *Plan Basico de Ordenamiento Territorial de Tame*. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de Sistema de documentacion e informacion Municipal:  
<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/tamearaucaplanb%C3%A1sicodeordenamientoterritorial2009.pdf>
- Carcamo, G. (2008). *Gestión interna de los residuos sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnologica de ayuda los sistemas de información geográfica*. Recuperado el 19 de Agosto de 2017, de Fundación Universidad del Norte:  
<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/106/33354455.pdf;jsessionid=0B9B8FE9576975076C87F9486246849E?sequence=1>
- Corte Constitucional Colombia. (2015). *Constitución Política de Colombia 1991*. Recuperado el 26 de Julio de 2017, de Corte Constitucional Colombia:  
<http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf>
- DANE. (15 de Agosto de 2017). *Cuentas Economicas Nacionales Trimestrales - PIB*. Recuperado el 16 de Agosto de 2017, de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>
- Establecimiento Publico Ambiental - EPA Cartagena. (2015). *Guía para la elaboración del programa de manejo de materiales y elementos de construcción*. Recuperado el 29 de Agosto de 2017, de Establecimiento Publico Ambiental - EPA Cartagena:  
[http://www.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2013/12/Guía\\_programa\\_de\\_manejo.pdf](http://www.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2013/12/Guía_programa_de_manejo.pdf)
- Gobernacion de Arauca. (19 de Diciembre de 2016). *Municipio de Tame*. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de Gobierno Departamental:  
<https://www.arauca.gov.co/gobernacion/municipios/municipio-de-tame>
- Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. (s.f.). *Buenas Prácticas Ambientales en las Obras de Construcción*. Recuperado el 11 de Agosto de 2017, de Construmática, Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción:  
[http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construcci%C3%B3n](http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (05 de Julio de 2016). *Tame, uno de los municipios de Arauca en los que renacerá la paz*. Recuperado el 23 de Julio de 2017, de

Diccionario Geográfico de Colombia: <http://noticias.igac.gov.co/tame-uno-los-municipios-arauca-los-renacera-la-paz/>

- Junta de Andalucía. (2015). *Gestión y tratamiento de residuos de la construcción y demolición (RCD)*. Recuperado el 28 de Agosto de 2017, de Asociación de Empresas Gestoras de Residuos de la Construcción y Demolición (RCDs) de Andalucía, Ceuta y Melilla: <http://andaluciarecicla.es/wp-content/uploads/2017/07/Libro-Guia-Buenas-Practicas-RCD-con-Valoriza.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (03 de Marzo de 2017). *Minambiente reglamenta manejo y disposición de residuos de construcción y escombros, La Resolución 472 del 28 de febrero de 2017*. Recuperado el 13 de Agosto de 2017, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2681-minambiente-reglamenta-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- Plan de Desarrollo Municipal 2012 - 2015. (s.f.). *La voluntad de un pueblo*. Recuperado el 16 de Agosto de 2017, de Sistema de Documentación e Información Municipal: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/tamearaucaplandedesarrollo2012-2015.pdf>
- Ramírez Tobón, J. (2014). *Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de la política de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá*. Recuperado el 13 de Agosto de 2017, de Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13514/RamirezTobonJulioCesar2013.pdf?sequence=1>
- Robayo , R., Matthey, P., Silva, Y., Burgos , D., & Arjona, S. (2015). *Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento*. Recuperado el 12 de Agosto de 2017, de Revistas Científicas Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/8363/10961>
- Rocha, C. (Junio de 2015). *Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles*. Recuperado el 18 de Agosto de 2017, de Universidad Católica de Manizales: <http://www.kpesic.com/sites/default/files/Aprovechamiento%20y%20revalorizaci%C3%B3n%20de%20residuos%20de%20la%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20generados%20por%20un%20evento%20adverso%20para%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20obras%20civiles%20sost>
- Secretaria Distrital de Ambiente - SDA. (2015). *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra*. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de Alcaldía mayor de Bogotá D.C, Bogotá Humana:

[https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahUKEwi7k9GipOnVAhXH7yYKHd6cC9wQFghPMAY&url=http%3A%2F%2Fwww.ambientebogota.gov.co%2Fdocument\\_library%2Fget\\_file%3Fuuid%3Dc20b485b-6b4b-40ba-974c-e17217331131%26groupId%3D586236&u](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahUKEwi7k9GipOnVAhXH7yYKHd6cC9wQFghPMAY&url=http%3A%2F%2Fwww.ambientebogota.gov.co%2Fdocument_library%2Fget_file%3Fuuid%3Dc20b485b-6b4b-40ba-974c-e17217331131%26groupId%3D586236&u)

Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (s.f.). *Ley 361 DE 1997*.

Recuperado el 27 de Julio de 2017, de Normas Nivel Nacional:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=343>

Sociedad Publica de Gestión Ambiental IHOBE. (2004). *Monografía sobre residuos de construcción y demolición*. Recuperado el 18 de Agosto de 2017, de BIZKAIKO TXINTXOR BERZIKLATEGIA, España: <http://www.btbab.com/wp-content/uploads/documentos/legislacion/construccion.pdf>

## Apéndices

**Apéndice A.** Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción.