

**Modelo de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición
(RCD) Orientado al Aprovechamiento, Beneficios Económicos y Ambientales para
la Ciudad de Tunja (Boyacá).**

Gloria Esperanza Urquijo Fajardo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Tunja, Boyacá

2021

**Modelo de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)
orientado al Aprovechamiento, Beneficios Económicos y Ambientales para la Ciudad de
Tunja (Boyacá).**

Gloria Esperanza Urquijo Fajardo

Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Director

César Augusto Guarín Campo

Esp. Sistemas Integrados de Gestión (QHSE)

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Tunja, Boyacá

2021

Agradecimientos

A Dios, por su inmenso amor, protección y sabiduría, por cada segundo de mi existir, por el aire que día a día llena mis pulmones, a mi familia que siempre me apoyo, a mis amigos y amigas.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, a la escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuaria y del Medio Ambiente ECAPMA, en especial al Ingeniero César Augusto Guarín Campo por su confianza, ayuda y dedicación brindada en el desarrollo de este proyecto.

Gloria Esperanza Urquijo Fajardo

“Todos nuestros sueños pueden hacerse realidad, si tenemos el coraje de perseguirlos.”

Walt Disney

Resumen

La gestión de los residuos sólidos en el mundo se ha convertido en una necesidad, para dar cumplimiento a las normas ambientales, teniendo en cuenta, que el aumento de la población mundial es directamente proporcional al consumo de materias primas usadas en la fabricación de bienes y servicios, los cuales, garantizaran bienestar a las personas, por lo tanto, la adecuada gestión de los residuos está definida como un conjunto de actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponerlos adecuadamente en los sitios aptos para tal fin. En el presente proyecto nos ocuparemos de los residuos de construcción y demolición.

El documento plasma un modelo de gestión de los RCD y establece los lineamientos que podrá aplicar la Ciudad de Tunja, basado en información obtenida mediante vistas a las obras civiles que se desarrollan en la Ciudad, inspecciones realizadas a los sitios no aptos para la disposición final de los residuos en mención, con el fin de establecer los métodos aplicados por las constructoras para la gestión de los residuos, y los impactos ambientales asociados a la disposición inadecuada de RCD.

Así mismo, se establecen las obligaciones a los generadores y gestores, garantizando la protección ambiental y el uso adecuado de los recursos naturales, que permitan a las futuras generaciones acceder a un ambiente sano, mediante la correcta disposición de los RCD en el sitio autorizado y gestión integral con actividades de reciclaje, aprovechamiento y reincorporación a la cadena productiva.

Es importante destacar que las alternativas de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición son de carácter interno y externo, el establecimiento de puntos limpios para el acopio, la correcta separación en la fuente de los residuos reciclables de los

sometidos a otros procesos para su revalorización, es establecimiento de rutas de recolección selectiva que finalmente permitirán a la Ciudad la obtención de beneficios económicos y ambientales.

Palabras claves: residuos, aprovechamiento, disposición final.

Abstrac

The management of solid waste in the world has become a necessity, more than simply compliance with environmental regulations, because with the increase in the world population, raw materials are consumed for the creation of products and services that guarantee well-being to people, therefore, proper management is a set of activities aimed at preventing, reducing, taking advantage of and finally disposing of generated waste, in this case, construction and demolition waste is our responsibility.

The management model establishes the guidelines for the management of the RCD in the City of Tunja, based on information obtained through visual inspection in the constructions that are developed in the City and in the sites not suitable for final disposal in order to establish the methods applied by construction companies for waste management, and the environmental impacts associated with civil works activities.

Likewise, the obligations of generators and managers are established, guaranteeing environmental protection and the adequate use of natural resources that guarantee that future generations have access to a healthy environment, with the provision in an authorized site and adequate management being an example for the municipalities of the Department.

It is important to highlight the alternatives for the use of both internal and external construction and demolition waste, the establishment of clean points with adequate separation at the source of recyclable waste, those subjected to other processes for its revaluation.

Keywords: waste, use, final disposal.

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstrac	6
Introducción	18
Problema de investigación	20
Formulación del Problema	21
Justificación	22
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos específicos	24
Marco teórico	25
Marco conceptual	26
Marco legal	27
Antecedente	30
Residuos de Construcción y Demolición en Colombia	32
Clasificación de los RCD	33
Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja	35
Descripción de la problemática en torno al manejo inadecuado de RCD en la Ciudad de Tunja	36
Metodología	38
Descripción de la propuesta	40

Localización geográfica.....	40
Antecedentes de generación de RCD según Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	41
Generación de residuos de construcción y demolición según inspección ocular	42
Disposición Final Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja	49
Sitios clandestinos de disposición final	50
Situación encontrada	55
Impactos ambientales derivadas en la inadecuada disposición de residuos de construcción y demolición en la Ciudad de Tunja	57
Análisis de impactos	59
Acciones de aprovechamiento económico.....	62
Agregados de residuos de construcción y demolición para concretos.....	67
Propuesta de aprovechamiento de RCD para la Ciudad de Tunja: elaboración de prefabricados de construcción	68
Lineamientos para la Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja.....	70
Obligaciones.....	71
Obligación de los Generadores	71
Obligaciones de los Gestores de RCD, plantas de aprovechamiento y sitios de disposición final	73
Obligaciones de los municipios y distritos	74

Actividades de la gestión integral de RCD	75
Prevención y reducción	75
Ejecución de obra	76
Gestión en obra.....	76
Recolección y transporte.....	77
Almacenamiento.....	78
Puntos limpios	79
Aprovechamiento	79
Reutilización	80
Tierras producto de excavación.....	80
Disposición final	83
Programa de recolección selectiva.....	86
Solicitud de servicio	89
Flujograma del proceso de generación de RCD en la Ciudad de Tunja.....	89
Flujograma de proceso. Generación y gestión de RCD en la Ciudad de Tunja	90
Análisis económico, social y ambiental.....	95
Análisis económico	95
Análisis social.....	95
Análisis ambiental	96
Conclusiones	98

	10
Recomendaciones	99
Referencias bibliográficas.....	100
Anexos	109

Índice da tablas

Tabla 1 Normativa Colombiana sobre Residuos de Construcción y Demolición	27
Tabla 2 Clasificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) para las etapas constructivas	33
Tabla 3 Proyectos visitados.....	42
Tabla 4 Cantidad de RCD por kg/m² de estructura	49
Tabla 5 Cantidad de RCD producidos por tipo de construcción	49
Tabla 6 Descripción de la valoración y control de aspectos e impactos ambientales.....	59
Tabla 7 Alternativas de uso de Residuos de Construcción y Demolición.....	65
Tabla 8 Tecnologías empleadas para el aprovechamiento de RCD.....	66
Tabla 9 Metas de RCD aprovechables según categoría municipal.....	72
Tabla 10 Tendencias de productos empleando RCD.....	81
Tabla 11 Puntaje de identificación y evaluación del sitio	84
Tabla 12 Descripción y valoración de los criterios	85
Tabla 13 Actividades encaminadas a la gestión integral de RCD	93
Tabla 14 Análisis económico.....	95

Índice de figuras

Figura 1 Paso a paso metodología	38
Figura 2 Ubicación Geográfica Ciudad de Tunja	40
Figura 3 Nivel de conocimiento de la resolución 0472 de 2017.....	44
Figura 4 Área del proyecto en (m ² / volumen (m ³) de RCD generados.....	44
Figura 5 Clasificación de RCD generados en Obra.....	45
Figura 6 Aprovechamiento de RCD internamente.....	46
Figura 7 Tipo de RCD generados.....	47
Figura 8 Disposición final	47
Figura 9 Vista general de la Ciudad de Tunja	50
Figura 10 Ubicación geográfica sitio de disposición final de RCD vía al municipio de Villa de Leyva	51
Figura 11 Fotografía disposición final de RCD vía a Villa de Leyva.....	52
Figura 12 Polígono delimitación de áreas de disposición final inadecuada vía al municipio de Paipa.....	53
Figura 13 Fotografía RCD dispuestos inadecuadamente via a municipio de Paipa	54
Figura 14 Residuos de construcción y demolición dispuestos vía al municipio de Toca	55
Figura 15 Mapa sectores de Tunja.....	88
Figura 16 Diagrama de flujo generación de RCD en Tunja	90
Figura 17 Diagrama de flujo generación y gestión adecuada de RCD en Tunja.....	92

Índice de anexos

Anexos 1 Formato único formulación e implementación del programa de manejo integral de RCD.....	109
Anexos 2 Formato constancia de gestores.....	113
Anexos 3 Formato para el reporte anual de gestores a autoridad ambiental competente regional o urbana.....	114
Anexos 4 Formato para la inscripción de gestores de RCD ante la autoridad ambiental competente regional o urbana.....	115
Anexos 5 Formato para la recolección de información primaria sobre la gestión de RCD en la Ciudad de Tunja.....	116

Glosario

Aprovechamiento de RCD: Proceso que comprende la reutilización, tratamiento y reciclaje de RCD, con el fin de realizar su reincorporación al ciclo productivo. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente. (Minambiente, 2014)

Disposición final: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente. (Andes, 2011)

Generador de RCD: Persona natural o jurídica que, con ocasión de las actividades de construcción, demolición, reparación, o mejoras locativas, genera RCD. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Gran generador de RCD: Es aquel que requiere expedición de licencia de construcción, en cualquiera de sus modalidades o licencia de intervención y ocupación de espacio público o la obra tenga un área construida de igual o superior a 2000 m². (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Gestor de RCD: Persona que realiza las actividades de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de RCD. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Impacto ambiental: Cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. (Minambiente, 2014)

Modelo de gestión: Son marcos teóricos que sirven como referencia para que las empresas puedan desarrollar su propio sistema de organización. (Alvarez L. F., 2017)

Pequeño generador de RCD: Aquellos que no requiere licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades, o requiere expedición de licencia de construcción y la obra tenga un área construida de menos de 2000 m². (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Punto limpio: Sitios para realizar separación y almacenamiento temporal de los residuos de construcción y demolición. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

P.G.I.R.S.: Instrumento de planeación municipal que contiene un conjunto de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos para el manejo y gestión integral de los residuos sólidos durante un periodo de tiempo, teniendo en cuenta recursos asignados y proyección futura. (Minvivienda, 2015)

Reciclaje: El ministerio de ambiente los describe como un Proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos materiales. (Minambiente, 2014)

Residuos de construcción y demolición: Residuos sólidos proveniente de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Residuos peligrosos: Residuos o desechos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo peligroso a los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos. (IDEAM, 2008)

Residuos pétreos: Residuos compuestos por restos de concretos, arenas, gravas, gravillas, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos. (Daniel Felipe Ramírez Durán, 2016)

Reutilización de RCD: Uso de RCD recuperados si ser sometidos a un proceso de transformación. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Rutas de recolección: Recorridos específicos que realizan los vehículos recolectores en las localidades con el fin de recolectar los residuos sólidos generados. (Bustos, 2008)

Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación (uaesp, 2014)

Sitio de disposición final: Lugar seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de RCD minimizando y controlando los impactos ambientales, utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de dichos residuos. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Símbolos y siglas

PGIRS: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

RCD: Residuos de Construcción y Demolición.

CAMACOL: Cámara Colombiana de Construcción.

CORPOBOYACA: Corporación Autónoma Regional de Boyacá.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

Introducción

En 2019, el sector edificador se convirtió en uno de los principales impulsores de la actividad productiva nacional a través del lanzamiento, venta y ejecución de proyectos de vivienda, proyectos de uso mixto, comercio y parques industriales. En Colombia, el renglón económico de la construcción consume el 40% de la energía, genera el 30% del CO₂ y el 40% de los residuos. Consume el 60% de las materias primas extraídas de la tierra. Adicionalmente, en la construcción se desperdicia el 20% de todos los materiales empleados en la obra. (OIKOS, 2020)

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible indica que anualmente el País genera aproximadamente 22 toneladas de residuos de construcción y demolición, un porcentaje representativo es dispuestos de manera inadecuada, en zonas no autorizadas; para atacar esta problemática el Ministerio promulgo la Resolución 0472 de 2017 que reglamenta la gestión de RCD, entre otros objetivos esta, disminuir los impactos ambientales derivados sobre el recurso hídrico, el aire, el suelo y la salud de la población. La norma establece unas metas de carácter gradual de aprovechamiento interno de RCD por parte de los generadores y otros criterios. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

El presente trabajo busca formular un modelo de gestión de RCD para la Ciudad de Tunja, basado en la normativa ambiental vigente, estableciendo las obligaciones específicas para los generadores de estos residuos que contempla acciones orientadas a la prevención de la generación de RCD, el aprovechamiento y disposición final. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Mediante recolección de información de fuentes primarias y visitas realizadas a obras de construcción que se desarrollan en la Ciudad, se determinó los métodos aplicados para la gestión

de residuos de construcción y el nivel de cumplimiento de la Resolución 0472 de 2017, adicionalmente se identificaron los sitios de disposición final no autorizados y los impactos ambientales derivados, para posteriormente proponer alternativas de aprovechamiento aplicables según las características y condiciones de la Ciudad que eventualmente generaran beneficios económicos y ambientales.

Problema de investigación

La Nueva Agenda Urbana de la Naciones Unidas sugiere establecer normas y principios para la planificación, construcción, desarrollo, gestión y mejoras de las zonas urbanas, cimentados en políticas urbanas nacionales, legislación y normativa, planificación y diseño urbano, economía local y finanzas municipales e implementación local, existe una relación estrecha entre la buena urbanización y el desarrollo, generación de empleo y calidad de vida, por lo tanto una adecuada gestión de recursos y residuos es imperativo para alcanzar la sostenibilidad. (ONU, 2017)

Durante los últimos años el sector de la construcción en la Ciudad de Tunja se ha consolidado como un renglón importante de la economía, existe una problemática asociada al manejo de los Residuos de Construcción y Demolición generados en el desarrollo de actividades civiles, como son: excavación, construcción, demolición o reparaciones de obra. Los RCD requieren de tratamiento y disposición final adecuado que prevengan impactos ambientales en la Ciudad, el manejo de estos residuos, presenta deficiencias y las repercusiones se refleja en la disposición en zonas no aptas o mezclados con residuos domiciliarios en el Relleno Sanitario, Parque Ambiental de Pirgua.

Aunque la gestión de residuos no es un tema nuevo, teniendo en cuenta que en 1974 el Gobierno Nacional emitió el Decreto Ley 2811 que entre otros reglamentaba el manejo de “*residuos, basuras, desperdicios y desechos*” (Minambiente, Decreto 2811/74, 1974) los municipios que son los encargados de dicha labor han hecho pocos esfuerzos para el correcto manejo de los RCD, problemática que se puede observar en cada una de los centros urbanos del País. La Ciudad de Tunja al presentar un crecimiento significativo en el área de la construcción

durante los últimos años, tiene falencias en el manejo de los residuos procedentes de las actividades de obras civiles desarrolladas, conflicto que se ha venido intensificando con el paso del tiempo.

Formulación del Problema

Según lo analizado anteriormente en materia de manejo y disposición final de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Mediante que mecanismo se puede solucionar la inadecuada disposición de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja?

Justificación

La creciente preocupación a nivel mundial por los impactos ambientales especialmente del sector de la construcción desde el contexto de Infraestructura física, ha llevado a analizar como Colombia realiza la gestión, tratamiento y disposición final de los RCD. A nivel local existen falencias en el sistema de gestión, que acarrearán efectos negativos en el medio biótico y abiótico de la Ciudad, por lo tanto, se propone un modelo de gestión de los residuos en mención, orientado al aprovechamiento, beneficios económicos y ambientales, con el fin de mitigar y controlar los impactos asociados a esta actividad.

El porcentaje de aprovechamiento de los RCD en la Ciudad es casi nulo, a pesar de la existencia de documentos, normas, resoluciones, leyes y guías para la gestión adecuada de estos residuos; el control y el cumplimiento por parte de los generadores es ineficiente, puesto que terminan siendo depositados en zonas verdes o en botaderos a cielo abierto en la periferia de Tunja.

La idea del proyecto surge debido que en gran medida los Residuos de Construcción y Demolición son dispuestos en diferentes terrenos ubicados dentro y fuera de la Ciudad, situación preocupante a nivel social y ambiental, ya que el sector de las edificaciones ha presentado un crecimiento significativo beneficiado por las políticas públicas de desarrollo adoptadas por el Gobierno Nacional, por lo tanto, incentivar una producción más limpia de bienes y servicios es necesario para garantizar el desarrollo sostenible en la Ciudad. (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo , 2021)

Con el desarrollo de este proyecto se busca formular un modelo de gestión que contemple los lineamientos básicos que garanticen la gestión integral de los RCD, incluyendo las

obligaciones de los generadores y gestores, con el fin no solo de cumplir con la normativa ambiental vigente en materia, sino de mitigar los impactos ambientales, adicionalmente proponer alternativas de aprovechamiento que proporcionen beneficios económicos a la Ciudad, con actividades como: recolección selectiva, almacenamiento en punto limpio, reciclaje y reusó, coproceso, disposición final en el sitio seleccionado por parte de la administración local en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2020)

Objetivos

Objetivo General

Formular un Modelo de Gestión Integral de RCD orientado al aprovechamiento, beneficios económicos y ambientales para la Ciudad de Tunja (Boyacá).

Objetivos específicos

Identificar los Residuos de Construcción y Demolición generados de las actividades de Obra Civil y su inadecuada disposición en la Ciudad de Tunja.

Evaluar los aspectos e impactos ambientales identificados, procedentes de la inadecuada disposición de RCD en la Ciudad.

Proponer acciones de aprovechamiento económico que ayuden a mitigar los impactos ambientales causados por la disposición inadecuada de RCD del municipio de Tunja.

Establecer los lineamientos que ayuden a la Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición para la Ciudad de Tunja.

Marco teórico

La resolución 0472 del año 2017 define los Residuos de Construcción y Demolición como materiales de desecho procedentes de actividades de excavación, construcción, demolición y reparaciones en obras civiles, compuestos en su mayoría por: tierras, material orgánico, hormigón, cerámicos, pétreos, asfálticos, etc. al ser residuos especiales requieren de tratamiento y disposición final adecuado para proteger y prevenir los impactos ambientales derivados y planificar el uso de los recursos naturales. Teniendo en cuenta que el sector de la construcción es uno de los que más materias primas para su operación, el Gobierno Nacional ha promulgado normas, decretos, planes, programas y proyectos cuyo objeto es la gestión, tratamiento y disposición final de dichos residuos. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Estos residuos se han convertido en una problemática actual de las ciudades, de esta manera es necesario proponer y practicar soluciones económicamente sostenibles, incorporando los avances tecnológicos que maximice la recuperación e inclusión como materia prima en procesos productivos, revalorización y reincorporación a la cadena de valor, señalando responsabilidades a cada uno de los actores (generadores/gestores), aspectos a tener en cuenta para garantizar una adecuada gestión. (Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015).

Por ejemplo la Ciudad de Bogotá, cuenta con programas que buscan minimizar los impactos de los RCD y proteger los elementos de la estructura ecológica del Distrito, previniendo la contaminación de los recursos naturales y los impactos en la salud de la población, con la aplicación de medidas de control de la generación, control de los sitios de disposición final, procesos de investigación tecnológica para la gestión y control ambiental,

basado en la normativa nacional, donde establecen metas, responsabilidades y obligaciones cuyos resultados positivos se evaluarán a futuro.

La Ciudad de Tunja fortaleció su PGIRS en el manejo de RCD, trazando como meta que para el año 2027 se llevara a cabo la eliminación de los espacios clandestinos de disposición final, remplazado por un sitio autorizado que cumpla con la normativa nacional, adecuado a los requerimientos del POT y que favorezca un ambiente sano para los Tunjanos, ya que la población cumple un papel importante en el cumplimiento a satisfacción de las metas propuestas. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2020)

Marco conceptual

La gestión de los residuos sólidos como proceso permanente en las ciudades en pro de tener un ambiente sano, debe estar en continúa mejora, teniendo en cuenta que las zonas urbanas presentan constante crecimiento, por lo anterior, el Gobierno Nacional y local emiten leyes, decretos y resoluciones que al ser aplicadas correctamente favorecen al ambiente y la economía local.

Gestión integral de RCD: Conjunto de actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponer finalmente los RCD. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Residuos sólidos: Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. (Minambiente, 2005)

Residuos de construcción y demolición: Residuos sólidos proveniente de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Aprovechamiento de RCD: Proceso que comprende la reutilización, tratamiento y reciclaje de RCD, con el fin de realizar su reincorporación al ciclo productivo. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Marco legal

Tabla 1 Normativa Colombiana sobre Residuos de Construcción y Demolición

Norma	Descripción
Constitución Política De Colombia.	<p>Artículo 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.</p> <p>Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.</p> <p>Capítulo III De Los Derechos Colectivos y del Ambiente, Artículo 79: todos tenemos derecho a un ambiente sano, el Estado debe establecer políticas de protección de la diversidad, prevención y control de los factores de deterioro ambiental. (Secretaria General del Senado , 1991)</p>
Ley 99 de 1993	<p>Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente cuyo objeto es la adopción y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos para cumplir con los derechos y deberes del Estado, particulares en relación con el medio ambiente; creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) contiene normas, actividades y recursos</p>

para la puesta en marcha los principios generales ambientales.

Creación de las Corporaciones Autónomas Regionales encargados de la administración del medio ambiente y los recursos naturales siendo la máxima autoridad ambiental dentro de su jurisdicción mediante la ejecución de planes, programas, proyectos y la aplicación de la normativa legal vigente expedidas por el Ministerio de Ambiente, tienen la potestad de otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales para el aprovechamiento de los recursos naturales y el deber de evaluar, controlar y seguir las actividades de explotación. (Minterior, 1993)

Decreto 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y la Protección del Medio Ambiente.

Artículo 34: los municipios deben garantizar la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos se aplicarán métodos de acuerdo a los avances tecnológicos con el fin de evitar el deterioro ambiental, efectos en la salud humana, reúso y reproducción de nuevos bienes cumpliendo con los requisitos y condiciones que establezca el Gobierno Nacional. (Gobierno Nacional, 2010)

Resolución 472 de 2017

Reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición (RCD), aplica para todas las personas naturales o jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD en obras civiles en el territorio nacional, define las actividades encaminadas para la gestión, los criterios y metodologías para la selección de los sitios específicos de disposición final de carácter regional o local. La resolución también indica que los grandes generadores de RCD están obligados a formular, implementar y mantener actualizado un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para dichos residuos. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Corpoboyacá

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) en el año 2018, expidió un formato de inscripción de gestores de residuos generados en las actividades de construcción y demolición, se debe presentar de manera escrita dirigida a la autoridad ambiental. (Corpoboyaca, 2018)

Circular externa 160-152-12398 Seguimiento y Control – Residuos de Construcción y Demolición (RCD), por la cual los municipios deben evidenciar las medidas y condiciones adoptadas para la gestión integral de RCD incluidos en los PGIRS de cada municipio, ante incumplimiento de la resolución 472 de 2017 por parte de los generadores, gestores o municipios serán objeto de sanciones y cierre preventivo de las actividades y obras que realicen una gestión inadecuada de los residuos y carezcan de los respectivos certificados de manejo, tratamiento o disposición final expedidas por los gestores legalmente constituidos y autorizados para la prestación de este servicio. (Corpoboyaca, 2019)

Decreto No 0381 de 2020

Mediante el cual se adopta el ajuste al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos — PGIRS del Municipio de Tunja para la vigencia del 2021 — 2027"

Programa 11: establece jornadas de recolección de RCD, adecuación de sitio de aprovechamiento según POT, control de puntos críticos de disposición final, entre otros. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2020)

Fuente: El autor, Normativa Colombiana sobre Residuos de Construcción y Demolición.

Antecedentes

La gestión de los residuos sólidos ha sido una necesidad que ha acompañado a la humanidad a lo largo de la historia, utilizando como método el abandono, con el paso del tiempo se ha venido realizando mediante recolección ordenada y depósito final en un sitio autorizado y determinado. En la medida que fue aumentando la población humana la problemática con los residuos también lo hizo. En el caso de los residuos de construcción era casi inexistente, las materias primas utilizadas (madera, ladrillo y piedra) eran demasiado valiosas para abandonarlas. Su extracción, fabricación y transporte requería demasiados esfuerzos para que se desechasen después de haber terminado el uso en la edificación, por lo tanto, la reutilización era lo habitual. (David de Santos Marián, 2011)

El modelo de consumo actual de usar y tirar se trasladó a la construcción de obras civiles, con los avances tecnológicos permiten la extracción masiva de materias primas (fundamentalmente áridos), usados durante cortos periodos de tiempo y el posterior abandono de los residuos en vertederos con pocas o ninguna garantía se convirtió en una problemática constante, a continuación, se describe la evolución de los residuos de construcción y demolición en el mundo hasta hoy. (David de Santos Marián, 2011)

Paleolítico (hace 2.500.000 años) y Neolítico (hace 5000 años): Inicialmente los residuos que generados se quedaban en ese lugar, posteriormente migraban en busca de nuevos territorios posteriormente, con la construcción de los primeros asentamientos humanos producción de bienes en materiales naturales como la madera, cuero, fibras textiles naturales, algodón y lana, desarrollo de la cerámica, estos residuos biodegradables, cantidad reducida, No obstante, ya se trazaron problemas cuando la falta de organización en la recogida de los residuos

en los primitivos núcleos urbanos fue causa de plagas y epidemias que tuvieron un impacto en la población (AREANDINA, 2017)

Edad de los metales: En esta etapa se desarrollan las primeras civilizaciones, se da origen a la escritura, las culturas más avanzadas los hicieron gracias a la metalurgia, la alfarería y las incipientes producciones de químicos, el yeso y la cal, las agrupaciones humanas eran más numerosas aumentando la generación de residuos y su inexistente gestión comenzará a ser preocupante. (AREANDINA, 2017)

Edad media: En esta época la ausencia de gestión de residuos sólidos produjo problemas de salud la muerte negra, mato a la mitad de la población europea en el siglo XIV, debido a la acumulación de desechos en la ciudad. (Chung Pinzas, 2002) Los recipientes inorgánicos, como la cerámica, tenían una segunda utilidad y eran quemados para uso agrícola, mientras que el mármol era transformado en cal y los metales eran refundidos de manera constante. Los romanos fueron los primeros en buscar soluciones construyendo obras de abastecimiento de aguas y saneamiento mediante el uso y desarrollo de cloacas. (AREANDINA, 2017)

En las épocas subsiguientes con el crecimiento de la población y la migración de las zonas rurales a las ciudades, provocó expansión urbana. A nivel internacional, en 2007, la población urbana superó por primera vez a la población rural, con ella la aparición de nuevos residuos, visibilizando más la problemática en torno a los residuos de construcción y demolición anteriormente denominados escombros, requiriendo de tratamiento especial, (Ramírez, 2019)

Revolución industrial: Entre los siglos XVIII y XIX, tuvo lugar un gran desarrollo de la metalurgia y de la producción industrial de bienes. Como consecuencia, se dio una aparición considerable de residuos, así como una importante emisión de dióxido de carbono (CO) a la

atmósfera. Los avances en el sector del transporte con la locomotora y el barco de vapor, impulsaron el comercio, acortaron distancias, pero trajeron degradación del paisaje, explotación irracional de recursos y materias primas, migración de especies animales, pérdida de la biodiversidad y acumulación de residuos sólidos. La población tuvo un crecimiento demográfico significativo, lo cual, incrementó la presión de los recursos, consumo de materias primas y expansión territorial. en el siglo XIX se pusieron en marcha los primeros planes de gestión de residuos, aunque persistían la problemática en mención. (AREANDINA, 2017)

Edad contemporánea: Un modelo económico lineal, la cultura extractivista, los avances tecnológicos acrecientan la problemática de residuos sólidos, cuyo volumen y peligrosidad obligaron a desarrollar nuevas técnicas de gestión de los mismos, con el fin de minimizar su impacto (Gutiérrez García, 2013) por consiguiente el crecimiento de la población en el siglo XX, la expansión de las ciudades ocasiona inconvenientes para la gestión y eliminación de los residuos, lo cual obliga a desarrollar investigación con la aplicación de metodologías que faciliten el manejo de los nuevos residuos sólidos que han aparecido con el paso del tiempo. (AREANDINA, 2017)

Residuos de Construcción y Demolición en Colombia

El crecimiento de las ciudades siempre está asociada a aumento población, consumo de recursos y generación de residuos, por lo tanto, los residuos de construcción no están exentos de esta problemática, inicialmente se disponían en vía pública, en zonas verdes, creando la necesidad de establecer un proceso de recolección, que a su vez también provocó una proliferación de vertidos incontrolados e indiscriminados en lugares próximos a los núcleos de población con fácil acceso vehicular (márgenes de carreteras y caminos, vías, ríos, arroyos) (M. del Río, 2010).

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial en Colombia se producen más de 22 millones de toneladas de residuos de construcción y el objetivo es lograr que los grandes generadores cuya área construida sea igual o superior los 2000 m². aprovechen un 2% del peso total de materiales usado en obra. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Clasificación de los RCD

Tabla 2 Clasificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) para las etapas constructivas

Clasificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) para las etapas constructivas			
Categoría	Grupo	Clase	Componentes
Residuos de Construcción y Demolición aprovechables	Residuos comunes inertes mezclados	Residuos pétreos	Concreto, cerámicos, ladrillos arena, grava, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero, materiales inertes que no sobrepasan el tamiz, 200 de granulometría.
	Residuos comunes inertes de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcilla, caolín, limos, residuos inertes poco o no plásticos y expansivos que sobrepasan el tamiz #200 de granulometría.
		Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasan el tamiz #200 de granulometría.

	Residuos comunes no inertes	Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
	Residuos metálicos	Residuos de carácter metálico	Acero, aluminio, cobre, zinc, estaño hiero.
	Residuos orgánicos	Residuos de pendones	Residuos de tierra negra
		Residuos de sepedones	Residuos de vegetales y otras especies bióticas
Residuos de Construcción y Demolición no aprovechables	Residuos contaminantes	Residuos peligrosos	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, asfalto, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escoria, plomo cenizas volantes, luminarias convencionales, fluorescentes, desechos explosivos, y otros elementos peligrosos.
		Residuos especiales	Poliestireno-icopor, cartón, yeso, drywall, lodos residuales de compuestos
		Residuos contaminantes	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos y especiales.

Fuente: Tomado de la Cartilla Plan RCD 2015 – Gestión integral de residuos de

construcción y demolición. Alcaldía Mayor de Bogotá

<http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja

El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Tunja establece que los RCD por su naturaleza requieren de un tratamiento especial, en la actualidad son trasladados a la escombrera municipal dentro del Relleno Sanitario, Parque Ambiental de Pirgua, sitio autorizado para disponer residuos sólidos sobrantes de las actividades de construcción en la ejecución de obras civiles o de otras actividades relacionadas. Para el año 2014 en la Ciudad se habían depositado en la escombrera 25.999 m³, siendo un 90% material de excavación. Los RCD son recolectados parcialmente por la empresa pública del servicio de aseo, pero los generadores son los encargados de establecer el mecanismo de disposición final. (Tunja, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos , 2015)

En el 2020 con el Decreto 0381, modificó parcialmente el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, entre otras metas trazadas busca establecer la inclusión de un área según el POT para la ubicación del sitio de aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final de RCD con el fin de atender la problemática derivada de manejo inadecuado de estos residuos. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2020)

Descripción de la problemática en torno al manejo inadecuado de RCD en la Ciudad de Tunja

Los residuos de construcción y demolición (RCD), son los resultantes de las actividades de construcción (demolición, excavación, reparaciones de obras civiles, obras públicas), considerados no peligrosos, de carácter especial, tienen un alto potencial de reutilización, transformación y reincorporación a la cadena de valor, por ejemplo:

Material de excavación: Puede ser reutilizado como relleno de pilotes, adecuaciones de terreno, nivelación, mantenimiento de carreteras, llenado de muro, etc.

Demolición: El material pétreo producto de demolición se pueden utilizar como material de cimentación, relleno, nivelación, construcción de gaviones, como base para agregados.

Residuos de construcción: Se puede utilizar los residuos pétreos, la madera o las tierras para actividades durante el proceso constructivo.

Los RCD son uno de los principales problemas que impactan el medio ambiente, en Colombia el sector de la construcción ha tenido auge, beneficiado por las políticas públicas en materia de vivienda, por ejemplo, en la Ciudad de Bogotá la producción per cápita para el año 2013 fue superior a 2 ton/año. Los principales generadores son las obras públicas o privadas que se desarrollan en los cascos urbanos, la problemática radica en que en muchos casos estos residuos son dispuestos en sitios no autorizados, como terrenos baldíos, parques, quebradas, etc. impactando negativamente los ecosistemas.

La generación RCD representa pérdida de recursos, puesto que mucho de estos pueden ser reciclados y reutilizados como agregados en otros procesos, obligando a que el sector aumente el consumo de materia primas para la producción de materiales de construcción. En la

actualidad existen normas en el país que regulan la adecuada gestión de los residuos de construcción y que buscan la reutilización de materiales para prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios, los cuales pueden ser utilizados sin requerir procesos adicionales internamente y durante el desarrollo del proyecto¹.

La Resolución 0472 de 2017 reglamenta la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición, anteriormente llamados escombros, busca disminuir las afectaciones generadas en la ambiente contaminación del aire, el agua, el suelo y deterioro del paisaje. La Resolución aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017).

La Capital Boyacense ha presentado un crecimiento significativo en proyectos de vivienda de interés social, infraestructura y mejoramiento vial, principales generadores de RCD. El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) municipal describe que los que generan estos residuos son responsables de llevar los RCD a la escombrera municipal ubicada en el Relleno Sanitario, puesto que, la empresa de aseo URBASER S.A. E.S.P. no presta dicho servicio a la comunidad. (Tunja, Plan de Gestion Integral de Residuos Solidos , 2015)

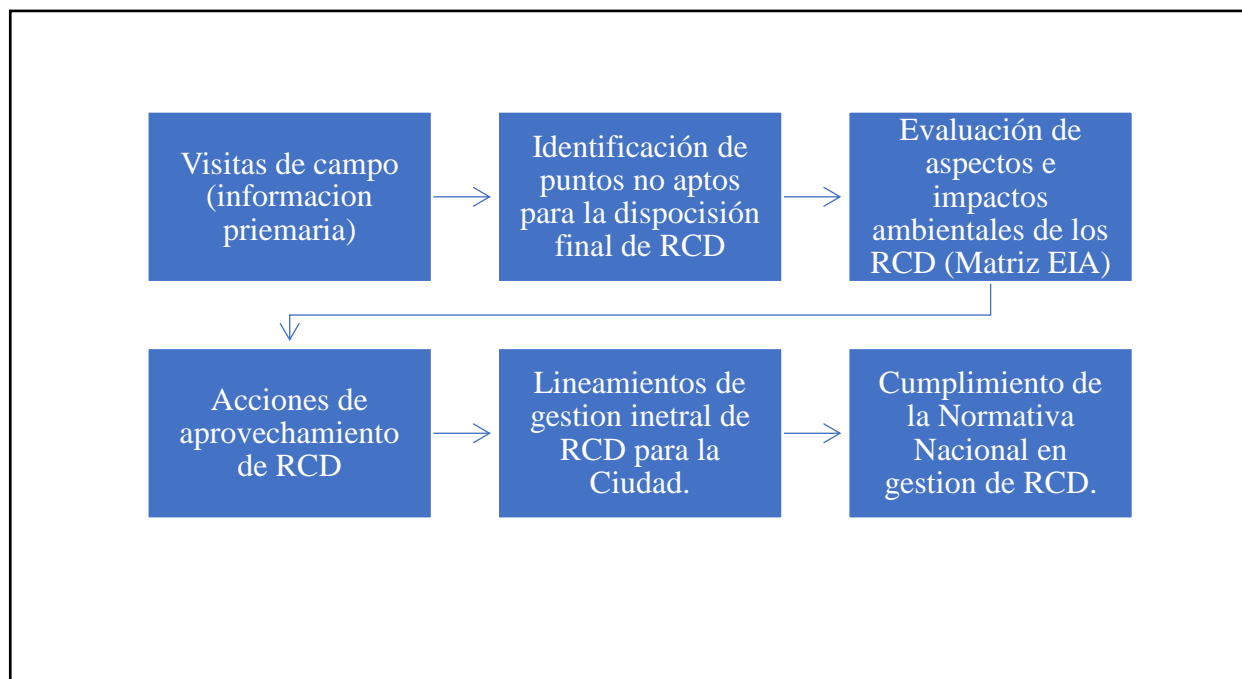
El manejo de estos residuos especiales en la Ciudad, se ha convertido en una necesidad a suplir, no solo porque la legislación nacional lo dicta, sino que, en la actualidad genera efectos negativos en la salud de la población, en los ecosistemas, los cuales son acumulativos en el tiempo acrecentado la problemática.

¹ (MAAT, 2020)

Metodología

Para realizar una correcta investigación y posterior análisis de la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja se aplicó la metodología tipo deductivo cualitativo esta es una forma según Alonso (2018), el punto de partida es la inadecuada disposición de dichos residuos en la Ciudad, analizando como ha venido evolucionando la gestión de los residuos sólidos, hasta llegar al caso puntual de los RCD, la investigación se realizó con el objeto de dar un punto de vista para solucionar la problemática relacionada con la gestión de estos residuos.

Figura 1 Paso a paso metodología



Fuente: El Autor. Elaboración propia.

Acorde a la investigación realizada y para establecer cada uno de las metas y productos se tuvo en cuenta lo siguiente:

Inicialmente se realizaron vistas a las obras de construcción ubicadas en diferentes puntos de la Ciudad, con el fin de establecer el conocimiento y cumplimiento de la resolución 0472 de 2017 por parte de los responsables de las ejecuciones de las actividades, para identificar los residuos de construcción generados y su disposición final. Paralelamente se visitaron tres puntos que se han identificado como sitios no autorizados para el depósito permanente de escombros, seleccionados por su extensión y ubicación sobre vías de acceso a la Ciudad de Tunja.

Posteriormente se evaluaron los aspectos e impactos ambientales derivados de la inadecuada disposición de RCD en la Ciudad de Tunja mediante la aplicación de una matriz que permitirá definir el grado de importancia, baja, media o alta de cada uno de ellos, teniendo en cuenta criterios como incidencia, frecuencia, severidad.

Basado en los hallazgos se propusieron acciones de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, con el propósito de mitigar los impactos ambientales identificados.

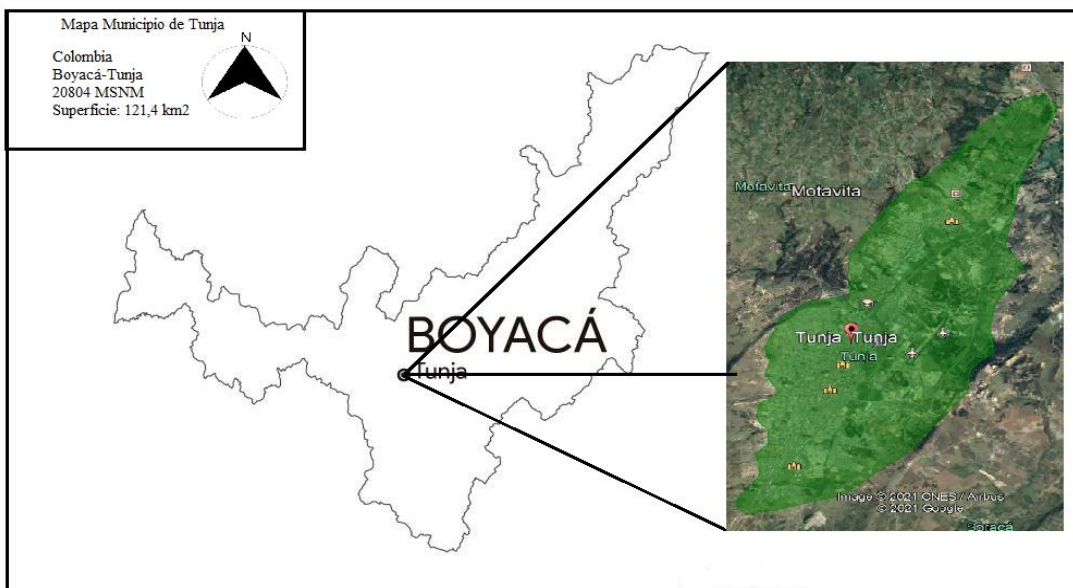
Por último, se establecen los lineamientos que permitirán una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición producidos durante el desarrollo de obras civiles, las actividades y otros requisitos que permitan a la Ciudad el cumplimiento de la normativa vigente, la protección de los recursos naturales y preservación ambiental.

Descripción de la propuesta

Localización geográfica

La Ciudad de Tunja es la capital del Departamento de Boyacá, Limita por el norte con los municipios de Motavita y Cómbita, al oriente con los municipios de Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, por el sur con Ventaquemada y por el occidente con los municipios de Samacá, Cucaita y Sora. Con coordenadas geográficas 5 grados, 32 minutos y 7 segundos de Longitud al Oeste de Greenwich és de 73 grados, 22 y 04 segundos. Y su longitud en relación con Santafé de Bogotá es de 0 grados, 43 minutos y 0 segundos, tiene una extensión de 121.4 Km². Población para el año 2018 167.991 habitantes según datos del censo nacional de población y vivienda. (DANE , 2018)

Figura 2 Ubicación Geográfica Ciudad de Tunja



Nota: La imagen muestra la ubicación geográfica de la Ciudad de Tunja Departamento de

Boyacá, Fuente: -Autor-Google Earth Pro

Identificación de los Residuos de Construcción y Demolición generados de las actividades de obra civil y su inadecuada disposición en la Ciudad de Tunja

Antecedentes de generación de RCD según Plan de Gestión Integral de Residuos

Sólidos

Según lo dispuesto en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la gestión de los residuos de construcción le corresponde al generador, el precio del servicio de recolección, transporte y disposición de los mismos será pactado libremente entre la persona prestadora y el usuario, serán dispuestos en la escombrera municipal, la cual se encuentra ubicada en predios del Relleno Sanitario, Parque Ambiental de Pirgua. (Tunja, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos , 2015)

La escombrera es una cárcava natural existente en el relleno sanitario, un área que ha sido afectada desde el punto de vista paisajístico, por lo que no se esperan deterioros adicionales, se llevan a cabo actividades de control y mitigación de este impacto conforme al plan de cierre y abandono que se incluye en el Plan de Manejo Ambiental. (Tunja, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos , 2015)

El sitio de disposición de RCD cuenta con licencia ambiental expedida por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ), de los datos existentes se obtuvo que el año 2014 se dispusieron 25.999 m³ de RCD, la capacidad de disposición de escombros de acuerdo al diseño de este lugar es de 216.286 m³, por lo cual se estima una capacidad disponible aproximadamente de 99.938 m³. (Tunja, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos , 2015)

Teniendo en cuenta la cantidad de residuos que se depositaron en el año 2014 y suponiendo que en los años siguientes continúe la misma tendencia, la capacidad de este se agotaría en aproximadamente cuatro años, por lo tanto, la administración municipal requiere de una opción a largo plazo que permita suplir las necesidades derivadas de la generación de este tipo de residuos en la Ciudad, controlar la problemática existente y cumplir con la normativa ambiental vigente.

Generación de residuos de construcción y demolición según inspección ocular

Se realizaron visitas a obras de construcción al Norte, Sur, Centro, Este y Oeste de la Ciudad, donde se ejecutan actividades de obras civiles de carácter privado con el objeto de obtener información primaria de generación de RCD urbanos, los métodos de disposición, el conocimiento de la Resolución 0472 de 2017, aplicación de la norma; así mismo, se indagaron otros temas como la capacidad de acopio, alternativas de uso interno o externo, entre otros, que se pueden observar en el Anexo 5 al final del documento.

Tabla 3 Proyectos visitados

Nombre del proyecto	Ubicación	Latitud	Longitud
Torres Santa María	Cl 35 No 16-35	5°32'54.38"N	73°21'52.89"O
Ventus multifamiliar	Dg 67 No 1 A 74	5°34'9.09"N	73°20'19.55"O
16 Park	Cr 16 No 33-22	5°32'47.40"N	73°21'43.58"O
Inmuebles Proyectos	Cr 6 No 73-61	5°34'21.91"N	73°20'30.24"O
Ciudad Hayuelos	Av. universitaria No 58 B 29	5°33'31.31"N	73°20'38.01"O
Constructora Amaura	Occidente de Tunja	5°32'14.30"N	73°21'34.16"O
Torres Soleil	Av Norte No 67- A 67	5°34'21.73"N	73°20'29.59"O
Vanguardia inmobiliaria	Cl 32 No 17-B11	5°32'44.96"N	73°21'52.01"O
Consorcio Vivienda Tunja 2015	Cr 6 No 36-39	5°33'34.00"N	73°20'56.48"O
Consorcio Nuevo Hogar	Cl 28 A No 17	5°32'36.18"N	73°21'59.27"O

Metro Urbano	Cubico	Norte de Tunja	5°31'39.64"N	73°22'4.73"O
Construcción Bodega	de	Vereda Runta	5°28'35.43"N	73°22'55.39"O
Consultorios oficinas Colon	y	Centro de Tunja	5°32'40.00"N	73°21'27.46"O
Remodelación Vivienda	de	Centro de Tunja	5°32'58.61"N	73°21'20.58"O
Remodelación Vivienda	de	Cr 8-24	5°32'11.59"N	73°21'31.12"O
Estrategias 26 CDI		Zona franca del oriente	5°31'39.57"N	73°21'31.65"O
Proyecto Avium		Oriente de Tunja		
Remodelación		CI 19 No 14-97		
Construcción particular		Cr 14 No 17-58		
Remodelación		CI 22 16-32		

Fuente: Autor. Lugares visitados, coordenadas geográficas tomadas de Google Earth Pro

De las visitas realizadas a Obras Civiles que se desarrollan en la Ciudad, se puede decir que la principal actividad es la construcción de vivienda multifamiliar y locales para uso comercial, ninguno de los proyectos está inscrito ante la Corporación como generador de RCD, teniendo en cuenta que Corpoboyacá como entidad de control y vigilancia dispuso de un formato de inscripción de generadores y gestores de estos residuos, con la finalidad de hacer seguimiento al manejo de los mismos. Se evidencia que la disposición final es realizada en su mayoría por particulares que no garantizan que sean depositados en el sitio establecido en el PGIRS municipal, aplicando los mecanismos de gestión dados por la normativa nacional.

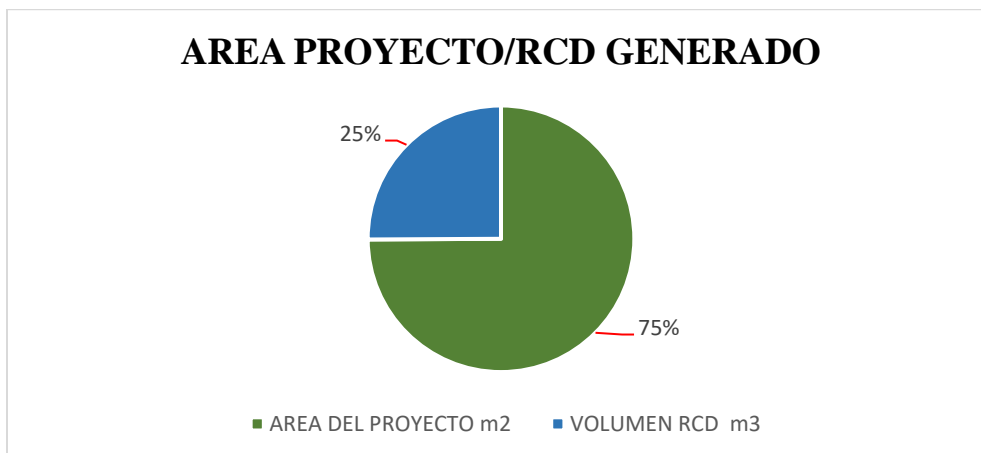
Figura 3 Nivel de conocimiento de la resolución 0472 de 2017



Fuente: Autor

Con la aplicación de las preguntas incluidas (véase en el anexo 5) formato modelo gestión RCD, se indagó el nivel de conocimiento de la normativa ambiental en materia de RCD, en la figura 3 se evidencia que el 65% de las empresas encargadas de la ejecución de obras civiles no tienen conocimiento de la resolución 0472 de 2017 que rige la gestión de los residuos de construcción y demolición en el País.

Figura 4 Área del proyecto en (m²/ volumen (m³) de RCD generados

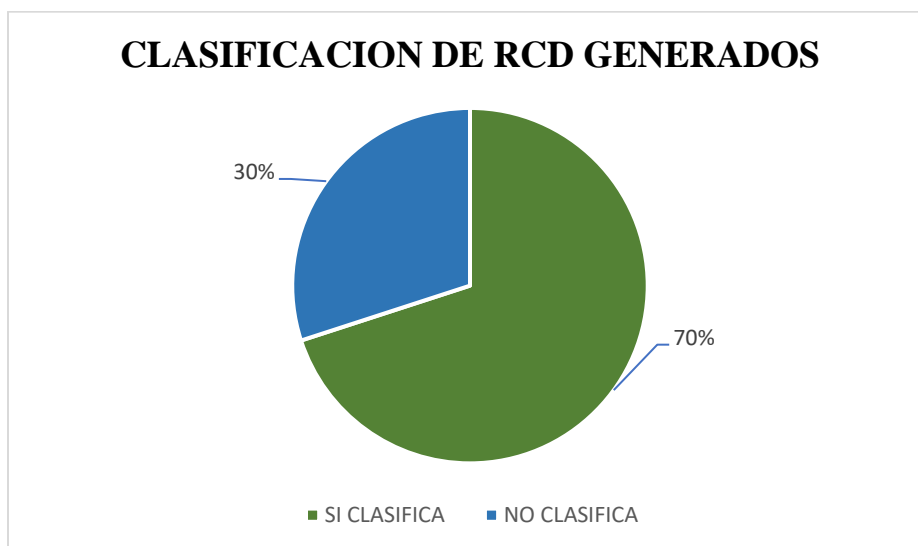


Fuente: Autor

Los proyectos visitados suman un área construida de 257.791 m², el volumen de RCD reportados en obra, es de 86.321 m³, es decir que por cada 4 m² de área construida generan 1 m³ de residuos, como se observa en la figura 4 el área del proyecto sobre el volumen de RCD generados.

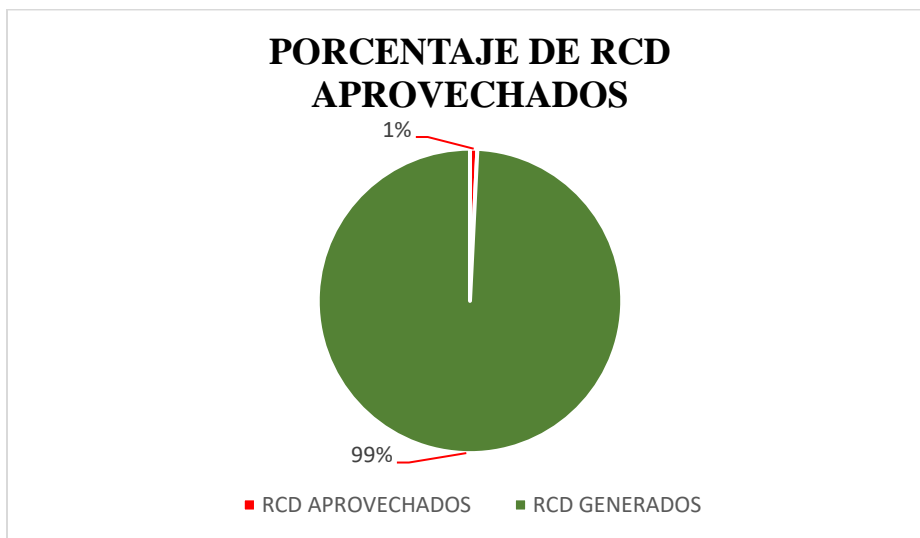
Teniendo en cuenta todo lo anterior y la información captada en las visitas, a continuación, se dan a conocer los hallazgos y la descripción de las figuras que los representan:

Figura 5 Clasificación de RCD generados en Obra



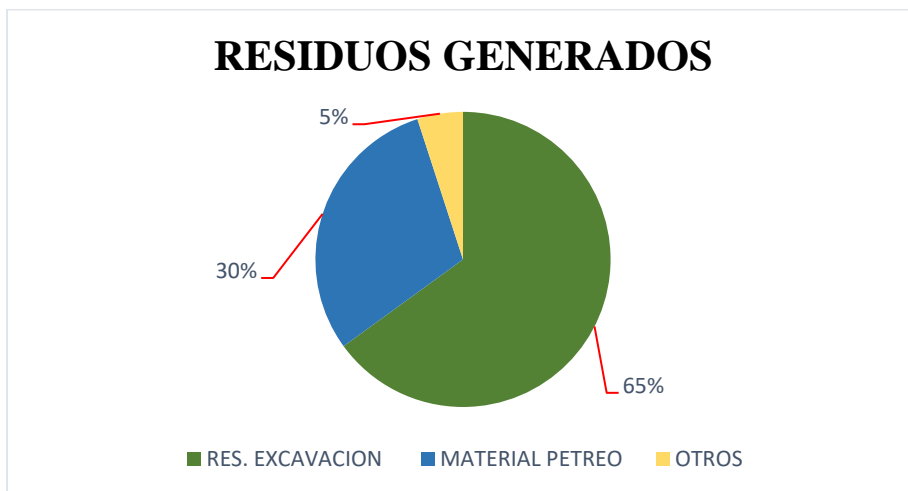
Fuente: Autor

Se pudo concluir, como se muestra en la figura 5, que el 70% de los generadores realiza clasificación interna de RCD durante el desarrollo de las actividades y el restante 30% los mezclan con los demás residuos limitando la capacidad de aprovechamiento.

Figura 6 Aprovechamiento de RCD internamente

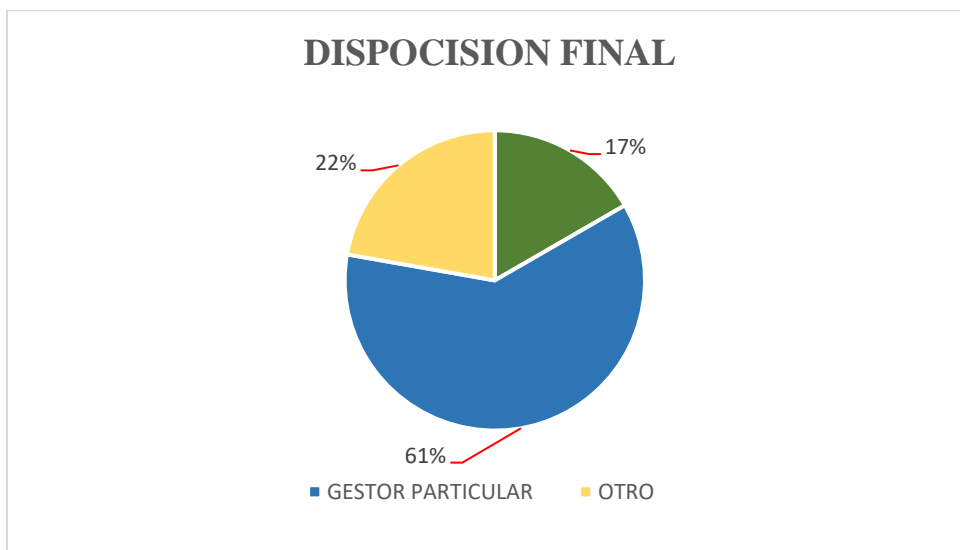
Fuente: Autor

Los generadores de RCD en la Ciudad solo aprovechan el 1% de los residuos generados, como se muestra en la figura 6, usados internamente para el desarrollo de algunas actividades complementarias, por ejemplo, rellenos. Los proyectos visitados generaron 86.321 m³, se aprovecharon 672 m³, siendo una cantidad inferior a la estipulada por la norma, ya que esta especifica que es no menor al 2% del peso total de los materiales usado en obra, con un incremento anual de 2 puntos hasta alcanzar como mínimo un 30% de RCD aprovechables. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Figura 7 Tipo de RCD generados

Fuente: Autor

Los tres residuos de construcción y demolición más generados durante las etapas constructivas, en la Ciudad de Tunja como lo muestra la figura 7, el 65% son tierras de excavación, seguido del material pétreo con un 30% y otros residuos con un 5%.

Figura 8 Disposición final

Fuente: Autor

La disposición final solo el 17% de las obras de construcción visitadas lo realizan con la empresa de aseo según lo dispuesto en el PGIRS, el 61% lo realizan mediante contratación particular, según lo podemos ver en la figura 8 disposición final, los prestadores privados, no garantiza que la gestión de RCD reduzca el impacto ambiental ocasionado por la actividad de construcción.

Para una adecuada gestión y control de los RCD es necesario disponer de datos de producción en obra, en función de sus características, establecer volúmenes de generación, costo y destino. En las visitas realizadas se pudo observar que se generan después de las tierras de excavación residuos pétreos, es decir, áridos, hormigones, cerámicos, seguido de los no pétreos madera, vidrio, material aislante, plásticos, metales, papel, cartón y derivados del yeso, los porcentajes se pueden ver en la gráfica 5 tipo de RCD generado. (Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Los materiales pétreos tienen más potencial de reutilización, por ejemplo: Restos de hormigón y cerámica se pueden triturar y usar como agregados en hormigón o cerámica nueva o en relleno, disminuyendo sustancialmente las emisiones de CO₂ a la atmosfera, el consumo y extracción de nuevas materias primas y los efectos colaterales de la producción.

A continuación, se muestra la cantidad de residuos de construcción y demolición generados en diferentes construcciones.

Tabla 4 Cantidad de RCD por kg/m² de estructura

Tipo de residuo	Cantidad de residuo kg/m ²
Vivienda multifamiliar	620
Vivienda unifamiliar	542
Edificio de uso residencial	756

Fuente: Tomado de Gestión y Tratamiento de Residuos de Construcción. Agencia de

Obra Pública de la Junta de Andalucía. <http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/03/Gestion-y-Tratamiento-de-Residuos-de-Construccion-y-Demolicion-RCD-Guia-de-Buenas-Practicas.pdf>

Tabla 5 Cantidad de RCD producidos por tipo de construcción

Tipo de construcción	RCD producido (kg/m ² construido)
Obras edificios nuevos	120
Obras de rehabilitación	338,7
Obras de demolición total	1129
Obras de demolición parcial	903.2

Fuente: Tomado de Gestión y Tratamiento de Residuos de Construcción. Agencia de

Obra Pública de la Junta de Andalucía : [://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/03/Gestion-y-Tratamiento-de-Residuos-de-Construccion-y-Demolicion-RCD-Guia-de-Buenas-Practicas.pdf](http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/03/Gestion-y-Tratamiento-de-Residuos-de-Construccion-y-Demolicion-RCD-Guia-de-Buenas-Practicas.pdf)

Disposición Final Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja

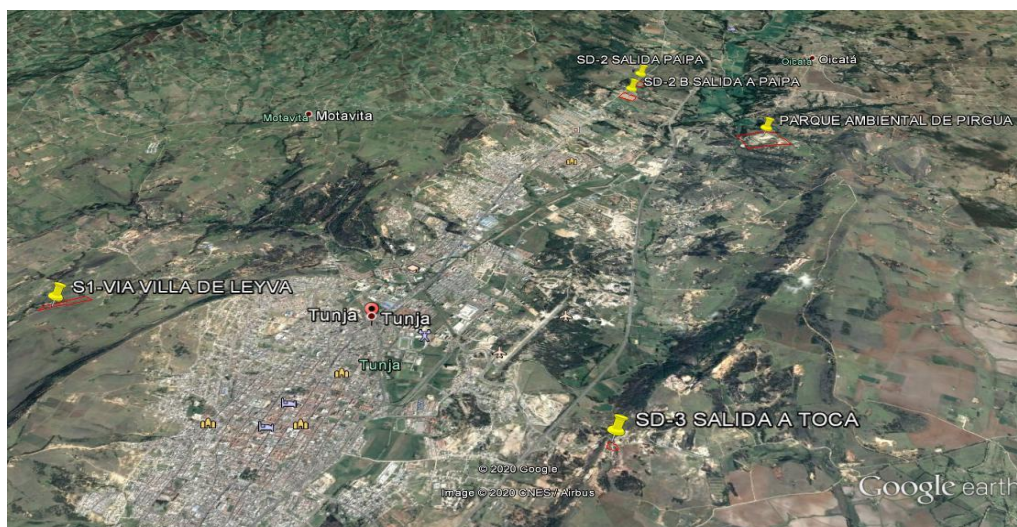
En el año 2010 inicio la recepción de residuos en el Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pirgua, con una capacidad de 216.286 m³, en los 5 años de operación ha recibido 116.902 m³, disponible un 42% para los años subsiguientes en promedio se depositaron 23.380 m³ anuales, basado en los datos, la vida útil que el relleno sanitario dispondría hasta 2019, el 90% de los residuos depositados corresponden a material de excavación. (Tunja, Plan de Gestion Integral de Residuos Solidos , 2015)

Sitios clandestinos de disposición final

Durante el proceso de recolección de información, se evidenciaron tres (3) sitios de disposición

A continuación, se describen:

Figura 9 Vista general de la Ciudad de Tunja



Nota: Vista general de la Ciudad de Tunja y los sitios de disposición final seleccionados.

Fuente: Google Earth,

Con el fin de conocer la situación actual de generación y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Ciudad de Tunja, se realizaron vistas a los sitios de disposición final no autorizados para identificar los RCD. De acuerdo a la información obtenida en las visitas a campo se pudo establecer tres áreas representativas.

Vía al municipio de Villa de Leyva

Ubicado en la vereda Tras del Alto, de la Ciudad de Tunja sobre la vía a municipio de Villa de Leyva, aproximadamente a 1.65 km, con coordenadas geográficas de 5°32'41.83N

73°23`3.31O, se encuentra un espacio aproximado de 56000 m² donde se disponen indiscriminadamente residuos de construcción y demolición, se pudo identificar Materiales pétreos como hormigón, arenas, gravas, gravillas, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos, vidrios, madera, plásticos, metales, cartones, yesos, dry wall.

En la figura 10 mediante polígono hecho con la herramienta Google Earth Pro, se delimita el área de disposición final de residuos de construcción contiguo a la vía principal. En la figura 11 cual se observa las pilas de residuos sólidos abandonados, por el contenido de los mismos, se puede decir que son procedentes de demoliciones.

Figura 10 Ubicación geográfica sitio de disposición final de RCD vía al municipio de Villa de Leyva



Fuente: Google Earth pro

Nota: La figura muestra un polígono del sitio de disposición final inadecuado ubicado sobre la vía al municipio de Villa de Leyva.

Figura 11 Fotografía disposición final de RCD vía a Villa de Leyva



Fuente: Autor

Nota: La figura muestra los residuos de construcción y demolición dispuestos en sitio no autorizado.

Vía al municipio de Paipa

Esta área no autorizada de disposición final hace parte del perímetro urbano de la Ciudad de Tunja, ubicado sobre la vía que conduce al municipio de Paipa, alrededor de 1km de distancia de la Ciudad de Tunja, con coordenadas Ubicación 1:5°35'18.09"N, 73°19'50.58"O ubicación 2: 5°35'4.28"N, 73°19'55.80"O, se encuentra un espacio aproximado del área a. 1500 m² y ubicación 1 35000 m² para un total de 36500 m², donde se disponen residuos en su mayoría material de excavación (tierra y restos vegetales) y demolición trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, restos de material sanitario, sobrantes de mezcla de cementos y concretos, vidrios, madera, plásticos, metales, cartones y residuos domésticos.

En la figura 12 usando un polígono se determinan dos (2) áreas de disposición final, contiguas a la vía principal, que conduce al municipio de Paipa, por lo tanto, esta cercanía facilita la descarga de los RCD, como se observa en la figura 6, compuesto en su mayoría por tierras de excavación y algunos residuos provenientes de demoliciones mezclados con residuos domiciliarios.

Figura 12 Polígono delimitación de áreas de disposición final inadecuada vía al municipio de Paipa



Fuente: Google Earth Pro

Nota: La figura muestra dos áreas de disposición final ubicadas sobre la vía que conduce el municipio de Paipa.

Figura 13 Fotografía RCD dispuestos inadecuadamente via a municipio de Paipa



Nota: la figura muestra los RCD dispuestos en lugar no autorizado.

Fuente: Autor

Vía al municipio de Toca

En la vereda Pirgua del municipio de Tunja, sobre la vía que conduce al municipio de Chivata, aproximadamente a 1 km de distancia de la Ciudad de Tunja, con coordenadas geográficas $5^{\circ}31'50.18''N$, $73^{\circ}20'17.58''O$, se encuentra un área de terreno aproximado de 25.000 m^2 donde se disponen residuos en su mayoría material de excavación, tierras y restos de vegetación superficial y en menor cantidad materiales pétreos. En la figura 14 se puede observar los residuos de construcción y demolición en su mayoría tierras de excavación, dispuestos en un terreno próximo a la vía intermunicipal.

Figura 14 Residuos de construcción y demolición dispuestos vía al municipio de Toca



Fuente: Autor

Nota: En la figura se observa los RCD dispuesto en predio aledaño a la vía al municipio de Toca.

Situación encontrada

Después de haber realizado las vistas respectivas a las obras, tomado los registros fotográficos, se recepción la información del personal que ejecuta las actividades, arrojando datos útiles para el desarrollo del presente proyecto. En los sitios de disposición final no autorizados se tomaron fotografías que evidencian el tipo de RCD, las áreas afectadas y se determinó la ubicación mediante Google Eart Pro, se pudo concluir que:

La Ciudad presenta falencias en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, ya que son dispuestos de manera inadecuada en predios desocupados, sitios que no cuentan con permisos para la disposición final o en pequeñas cantidades dentro del perímetro

urbano limitado seguimiento y control del método aplicado por los generadores al momento de la disposición final de los RCD.

La Gestión de los RCD en la Ciudad es parcial, se evidencia que solo algunos generadores entrevistados disponen dichos residuos según los requisitos establecidos en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos municipal.

El procedimiento de recolección de los residuos de construcción y demolición que se aplica en la Ciudad precisa de mejoras en aspectos tales como: condiciones de servicio, reúso, reciclaje, disposición final; estableciendo los parámetros de gestión integral teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento urbano y lo establecido por la normatividad nacional.

Actualmente no es posible estimar la cantidad de RCD generados en la Ciudad puesto que, una cantidad representativa, en su mayoría tierras de excavación son dispuestos en predios para mejoramiento o relleno, usados con permiso de los propietarios.

Las entidades encargadas de hacer seguimiento sobre la gestión de residuos de construcción y demolición, están en la obligación de evaluar y controlar los mecanismos aplicados para la disposición de RCD en la Ciudad, con el fin de garantizar un ambiente sano para todos los habitantes según lo contemplado en Artículo 79 de la Constitución Nacional.

(Secretaria General del Senado , 1991)

Impactos ambientales derivadas en la inadecuada disposición de residuos de construcción y demolición en la Ciudad de Tunja

La metodología de identificación de impactos utilizada para este proyecto es una matriz causa-efecto, derivada de la matriz de Leopold, se analizó el componente hídrico, geosférico, atmosférico y biótico afectados por la generación y disposición de RCD, posteriormente la valoración de la importancia del impacto mediante la aplicación de la tabla 6 y los rangos de los impactos por colores: verde: bajo, naranja: moderado, rojo: crítico. Para determinar cuáles son los impactos generados en cada componente como consecuencia de los residuos de construcción y demolición en la Ciudad, basado en la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” de Vicente Conesa Fernández-Vitoria. (Vitoria, 2011)

Tabla 6 Atributos de calificación de la matriz de impacto ambiental

Naturaleza	NA
Extensión	EX
Intensidad	IN
Duración	DU
Reversibilidad	RV
Sinergia	SI
Acumulación	AC
Probabilidad de ocurrencia	PR

Fuente: Atributos de calificación de la matriz de impacto ambiental, (URBANSA, 2014)

Tabla 7 Matriz de valoración de aspectos e impactos ambientales de los RCD

MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION- TUNJA																									
ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL			IMPACTO AMBIENTAL		COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO					LEGAL			VALORACION IMPACTO AMBIENTAL							IMPORTANCIA TOTAL	CONTROLES		
		DESCRIPCION	CAPACIDAD DE CONTROL O INFLUENCIA SOBRE LAS ACTIVIDADES	CONDICIONES DE OPERACION	DESCRIPCION	CARÁCTER	HIDRICA (AGUA)	ATMOSFERICA (AIRE)	GEOSFERICO (SUELO)	BIOTICO (FLORA - FAUNA)	IMPACTOS FINANCIEROS	EXISTENCIA	CUMPLIMIENTO	TOTAL CRITERIO	NA	IN	EX	DU	RV	SI	AC			PR	VALOR
PRELIMINARES	EXCAVACION	EMISION DE GASES	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A	SOBRECOSTOS EN TRATAMIENTO DE RCD	10	10	100	(+)	2	2	1	4	2	4	8	29	BAJO	Exigencia de revisión tecnomecanica de gases de los vehiculos en operación Mantenimientos preventivo de vehiculos.
		GENERACION DE OLORES	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A		10	10	100	(+)	2	1	1	2	2	1	8	22	BAJO	Adecuado manejo de los Residuos orgánicos.
		GENERACION DE RUIDO	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A		10	1	10	(+)	3	2	1	2	2	1	8	27	BAJO	Uso de equipos silenciosos/ mantenimiento regular.
		CAMBIO EN LA GEOFORMA DEL TERRENO	INFLUENCIABLE	NORMAL	CAMBIO DE USO DEL SUELO	NEGATIVO	X	N/A	X	X		10	10	100	(+)	14	1	4	8	2	4	8	70	MODERADO	Reconstrucción del relieve o de la forma del paisaje mediante relleno y conformación de superficies.
		GENERACION DE RESIDUO SOLIDOS	INFLUENCIABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO		N/A	X	N/A	DESPERDICIO DE MATERIALES REUTILIZABLES	10	1	10	(+)	15	8	4	4	4	4	8	85	CRITICO	Uso de capa orgánica en adecuaciones paisajísticas, uso de tierras de excavación en relleno interno.
		CAMBIO EN EL REGIMEN DEL DRENAJE SUPERFICIAL	CONTROLABLE	NORMAL	CAMBIO EN LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO	NEGATIVO	X	N/A	X	N/A	N/A	10	10	100	(+)	12	8	4	4	4	4	8	76	CRITICO	Generación de espacios ambientales amigables, obras ecológicas, plantación de individuos forestales.
		VERTIMIENTO DE RESIDUOS LIQUIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	NEGATIVO	X	N/A	N/A	N/A	N/A	10	1	10	(+)	3	2	1	2	2	4	8	30	BAJO	Segregación, rotulación para entrega a empresa autorizada para tratamiento y disposición final
CIEMENTACION	CIEMENTACION Y PILOTAJE	LODOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	X	N/A	X	N/A	MANIPULACION INADECUADA GENERA MULTAS SOBRE COSTOS	10	1	10	(+)	5	2	1	2	2	4	8	36	BAJO	Uso de lodos como agregados en construcción
TRANSPORTE DE MATERIALES Y/O RESIDUOS	TRANSPORTE DE MATERIALES Y/O RESIDUOS	TRANSITO DE VEHICULOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A	SOBRECOSTOS EN TRANSPORTE	10	1	10	(+)	5	4	2	1	2	1	8	37	BAJO	Exigencia de revisión tecnomecanica de gases de los vehiculos en operación
		GENERACION DE RUIDO	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A	GENERACION EXCESIVA DE RESIDUOS POSIBLE REUTILIZACION	10	1	10	(+)	5	4	1	1	2	1	8	36	BAJO	Uso de equipos silenciosos/ mantenimiento regular
		EMISIONES DE PARTICULAS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A		10	10	100	(+)	5	4	1	2	2	4	8	40	BAJO	Humectación de las vías de acceso
		EMISIONES DE GASES	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A		10	10	100	(+)	5	4	1	2	2	4	8	40	BAJO	Exigencia de revisión tecnomecanica de gases de los vehiculos en operación
		GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	X	10	1	10	(+)	15	8	4	4	4	4	8	85	CRITICO	Separación en la fuente de los Residuos generados, disposición final adecuada.	
		CAMBIO EN EL PAISAJE	CONTROLABLE	NORMAL	TRANSFORMACION DEL PAISAJE	NEGATIVO	N/A	N/A	X	X	10	1	10	(+)	15	8	4	4	4	4	8	85	CRITICO	Transporte de los RCD al sitio de disposición final autorizado por la administración local.	
		CAMBIO EN EL PAISAJE	CONTROLABLE	NORMAL	TRANSFORMACION DEL PAISAJE	NEGATIVO	N/A	N/A	X	X	10	1	10	(+)	5	8	4	4	4	4	8	55	MODERADO	Transporte de los RCD al sitio de disposición final autorizado por la autoridad local.	
ACABADOS	ENCHAPE PAÑETE MAMPOSTERIA PINTURA	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	INFLUENCIABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	N/A	GENERACION DE MULTAS	10	1	10	(+)	15	4	4	2	2	4	8	73	MODERADO	Plan de manejo de residuos especiales Separación en la fuente, reutilización, reciclaje, reincorporación al ciclo productivo
		GENERACION DE PARTICULAS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION ATMOSFERICA	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A	10	1	10	(+)	10	2	1	1	2	4	8	50	MODERADO	Humectación de las vías de acceso	
		VERTIMIENTO DE LIQUIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	NEGATIVO	X	N/A	N/A	N/A	SOBRECOSTOS EN PROYECTO	10	1	10	(+)	10	2	1	1	2	4	8	50	MODERADO	Plan de manejo de residuos especiales Clasificación de los desechos líquidos y traslado a sitios de tratamiento autorizados
		GENERACION DE LODOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	X	N/A	N/A	10	1	10	(+)	10	2	1	1	2	4	8	50	MODERADO	Recuperación y utilización de lodos en coproceso	
	RESIDUOS DE ACERO	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	N/A	SOBRECOSTOS EN TRATAMIENTO DE RCD DESPERDICIO DE MATERIALES REUTILIZABLES	10	1	10	(+)	5	2	4	2	2	4	8	39	BAJO	Plan de manejo de reisuodos especiales Programa de post consumo del fabricante
	RESIDUOS DE CIELO RASO	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	N/A		10	1	10	(+)	5	2	4	2	2	4	8	39	BAJO	Plan de manejo de reisuodos especiales
	RETAL DE TEJA	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	N/A		10	1	10	(+)	5	2	4	2	2	4	8	39	BAJO	Plan de manejo de reisuodos especiales
RESIDUOS DE TUBERIA PVC	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	N/A	10	1	10	(+)	5	2	4	2	2	4	8	39	BAJO	Plan de manejo de reisuodos especiales		
MADERA FORMALETA	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	CONTROLABLE	NORMAL	CONTAMINACION DEL SUELO	NEGATIVO	N/A	N/A	X	N/A	10	1	10	(+)	5	2	4	2	2	4	8	39	BAJO	Separación en la fuente, reutilización, reciclaje, reincorporación al ciclo productivo		

Análisis de impactos

A continuación, se realiza un análisis de los impactos ambientales derivados de la inadecuada disposición de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja, así mismo, se describen las medidas de control, atenuación, restauración, mitigación y compensación de impactos negativos que deben acompañar el desarrollo de las obras civiles, con el fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados en el proceso constructivo y la protección del medio ambiente.

Tabla 6 Descripción de la valoración y control de aspectos e impactos ambientales

Componente	Impacto ambiental	Medidas de control
Componente hídrico:	Vertimiento de líquidos durante las etapas de excavación y acabados con efecto moderado sobre el recurso hídrico.	Canalizar las aguas de escorrentía para evitar su contaminación.
	Producción de lodos en etapa preliminar de cimentación, pilotaje los lodos requieren tratamiento para su disposición.	Construir una piscina de lodos para evitar la disposición directa al sistema alcantarillado.
	Movimiento de tierras, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal generan alteraciones en los cuerpos de agua	Localizar las fuentes hídricas cercanas al proyecto de construcción para evitar posibles derrames de contaminantes.
Componente atmosférico:	Se identifico: generación de olores y ruido, de impacto bajo la generación de partículas con efecto moderado, controlables.	Control de velocidad de los vehículos de carga. Humectación de las vías.
	Contaminación del aire por emisiones de gases asociados principalmente al manejo de maquinaria y vehículos en obra y transporte externo de materiales y residuos.	Mantenimiento periódico de los vehículos. Verificar que los vehículos dispongan de certificado de emisiones. Aislamiento sonoro. (Urbansa, 2015)

Componente geosférico:	Se pudo identificar generación y acumulación de residuos sólidos en las zonas blandas, derrame de líquidos y/o peligrosos en todas las etapas constructivas, provocan contaminación del suelo, uso excesivo de materiales, alteración de drenajes naturales.	Limpieza y remoción de desechos sólidos y líquidos remanentes de los sitios de obras, restauración de elementos dañados.
	Erosión y pérdida del suelo.	Reforestación de áreas perturbadas.
	Movimiento de tierras.	Recuperación urbana paisajística.
		Realizar obras de control y estabilización de áreas afectadas.
		Realizar estudios geotécnicos previos, para evitar intervenir áreas frágiles, causando desestabilización de terrenos.
		Control de excavaciones. (Urbansa, 2015)
Componente biótico:	Se identifico generación de residuos sólidos y cambios en el paisaje, provocan una modificación total del ecosistema, alteraciones geomorfológicas.	Implementación de medidas compensatorias para mitigar la pérdida de especies nativas. Realizar limpiezas periódicas de las zonas del proyecto. Clasificación de los residuos y disposición adecuada. Reincorporación de materia prima al ciclo productivo. (Urbansa, 2015)
	Erosión, inestabilidad de taludes. Perdía de la cobertura vegetal, compactación del suelo, apertura de zanjas generan daño en las raíces de árboles, pérdida de especies arbóreas, erosión y degradación hídrica.	
	Proliferación de vectores y roedores.	
	Efectos negativos sobre la fauna.	
Componente social	Generación de material particulado.	Recolección y transporte de RCD.
	Generación de gases.	Recogida de residuos dispuestos en zonas verdes.
	Ocupación de zonas ajenas.	

	Alteración en el tráfico.	Educación ambiental a la población sobre buenas prácticas de consumo. (Urbansa, 2015)
Aspecto legal	Afectación paisajística.	
	Generación de ruido por el uso de equipos en actividades de construcción sin medidas de control.	Medición de ruido ambiental en las obras civiles.
	La disposición final de RCD incorrectamente.	Adecuada gestión de los RCD en la Ciudad.
	Desperdicio de materiales de construcción.	Planeación de las actividades de obra para evitar desperdicio de material.
	No se realiza separación de RCD en la fuente.	Realizar separación adecuada de RCD, reutilización interna, co-proceso y disposición final adecuada.

Fuente: El autor. Descripción de la valoración y control de aspectos e impactos ambientales.

Acciones de aprovechamiento económico

Existe una amplia gama de opciones de procesamiento y tratamiento, comúnmente conocidas, por orden de prioridad, como preparación para la reutilización, reciclaje y recuperación de material y energía. La elección efectiva de la opción de gestión de los residuos difiere de unos casos a otros, en función de los requisitos normativos, así como de las condiciones económicas, medioambientales, técnicas, de salud pública y otros aspectos.

Según estudios previos realizados en Colombia, en promedio el 55 % de los RCD contiene agregados potencialmente reciclables, aproximadamente 60 % de materiales a base de concreto, cerámicos y ladrillo (tipo I, tipo II, respectivamente, de acuerdo con la clasificación RILEM), al cual le siguen en menor proporción los materiales orgánicos y plásticos. Son, además, potencialmente apropiados, según la normativa internacional vigente, para convertirse en una fuente de materia prima en la fabricación de infraestructura urbana, y lograr beneficios económicos y ambientales, sin mermar la calidad técnica del producto terminado”. (Porras, 2013)

La Industria de la Construcción es una de las que más requiere recursos naturales. Juega un papel muy importante en la economía y desarrollo de la ciudad. El trabajo civil y la construcción de edificios a nivel mundial consume el 60% de las materias primas extraídas de la litosfera; de este volumen los edificios representan el 24% de las extracciones globales. El consumo de recursos lleva asociado también un gasto energético, por lo tanto, es imperioso aplicar alternativas de aprovechamiento, teniendo en cuenta que los escombros generados en las construcciones están constituidos principalmente por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra y barro. (Alvarez D. , 2020)

Materiales reutilizables: Constituidos fundamentalmente por piezas de acero estructural, elementos de maderas de calidad y/o recuperados en buen estado, piezas de fábricas (ladrillo, bloque, mampostería), tejas (cerámicas y de pizarra) y tierras de excavación. En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados libres de materiales peligrosos, puede ser directamente utilizada como material de relleno, subbases de carreteras o pavimento en vías temporales de tránsito de vertederos, por ejemplo: Tierra de excavación: usado generalmente como material de relleno en la misma obra o en obras aledañas. (Aguilar, Reciclado de materiales de construcción, 1997)

Materiales reciclables: Constituidos fundamentalmente por metales (férreos y no férreos), plásticos y vidrio. Estas fracciones, en la medida que pueden recuperarse libres de impurezas, son susceptibles de incorporarse al mercado del reciclado para dar lugar a los mismos o similares productos que originaron el residuo. (Aguilar, 2015)

Los materiales pétreos, cerámicos (ladrillos), hormigón y pavimentos bituminosos usados en la fabricación de productos secundarios, la principal aplicación de estos productos es la elaboración de áridos que a su vez pueden ser destinados a fabricar hormigón o servir directamente como bases en obras de carreteras; se tritura el concreto, mampostería, pavimentos y materiales cerámicos para producir agregados utilizables como materias primas en un nuevo material de construcción como concretos. (Aguilar, 2015)

Asfalto: Provenientes de obras de repavimentación, el pavimento reutilizado es procesado con otros escombros separando los metales para que posteriormente sea triturado y cribado se mezcla con aglomerados asfálticos frescos, listos para preparar material de pavimentación nuevo. (Aguilar, 2015)

Hormigón: Este residuo es procedente de carreteras, puentes y cimentaciones, es utilizado capa de base de carreteras, áridos de pavimentos asfálticos y como sustituto de grava en el árido de hormigón nuevo. (Aguilar, 2015)

Madera: Los residuos de madera se clasifican según la fuente: Residuos de madera cosechada, rechazos de fábrica de productos primarios, fábricas de muebles, residuos de contenedores, residuos de construcción y demolición. Los principales usos de este residuo son: combustible para calderas, paisajismo y la fracción fina se utiliza para compostaje y enmiendas del suelo. (Aguilar, 2015)

Metales: Hierro y acero se funde para recuperación y aprovechamiento. Otros metales que se encuentra como residuos de construcciones y demoliciones son marcos de ventanas de aluminio, puertas, canalones, chapa, tubería de cobre e instalaciones de fontanería. (Aguilar, 2015)

Concreto: Los residuos de concreto pueden ser reutilizados en la recuperación de terrenos, diques, rellenos que no soportaran carga y taludes, entre otros, o podrá disponerse en rellenos sanitarios. (Aguilar, 2015)

A continuación, se presentan algunas alternativas de uso para los Residuos de Construcción y Demolición.

Tabla 7 Alternativas de uso de Residuos de Construcción y Demolición

RESIDUO	ALTERNATIVA DE USO
CONCRETOS	Reutilización como masa para rellenos.
	Reutilización como suelo en carreteras.
	Reciclar como grava suelta.
	Reciclar para producción de mortero y cemento.
	Reciclar como granulados.
CERÁMICOS	Reciclar como adoquín reciclar como fachada.
	Reciclar para acabados.
ASFALTO	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 aglomerados y tableros.
VIDRIO	Reciclar para vidrio.
PÉTREOS	Reutilizar como áridos finos y gruesos.
PLÁSTICOS	Reciclar como plásticos.
TEJAS, BLOQUES ENTRE OTROS	Reciclar como base para nuevos productos.
TIERRA DE EXCAVACIÓN	Reutilizar como relleno y recuperación de talud.
	Estabilización de suelos.
ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	Reutilizar como nuevos productos.

Fuente: Tomado de Cartilla plan RCD 2015 – Gestión integral de residuos de construcción y demolición. Alcaldía Mayor de Bogotá

<http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Tabla 8 Tecnologías empleadas para el aprovechamiento de RCD

Tecnologías empleadas para el aprovechamiento de RCD.	
Tecnologías para el concreto:	Cemento/concreto a base de cenizas volantes o materiales reciclados. Concretos permeables o porosos Concretos CSA (Sulfoaluminatos de Calcio) Fibro cemento Concretos aislantes o formas aisladas de concreto (ICF)
Tecnologías para la mampostería	Bioladrillos: Bloques producidos a partir de materiales de desecho. Reutilización de los residuos de granos como sustitutivo de cemento en el Hormigón estructural
Tecnologías para el metal	Vigas y placas estructurales con acero reciclado. Paneles compuestos de aluminio. Ventanas de aluminio. Recubrimientos metálicos
Tecnologías para acabados	Paneles o placas de yeso. Pisos flexibles con caucho reciclado. Paredes con piedra natural. Pisos de madera certificada. Pinturas libres de productos tóxicos

Fuente: Tomado de (Natalia Durán, 2016)

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1773/1/DENTIFICACION_DE_ALTERNATIVAS_PARA_LA_GESTION_DE_RCD.pdf

Las empresas de obras civiles deben incluir desde la etapa de estudio y diseños de proyectos los requisitos necesarios para la utilización de productos reciclados de las etapas constructivas y de desmantelamiento en un porcentaje no inferior al exigido por la resolución 0472 de 2017, es decir, entre el 2% y el 30%, del total de volumen o peso de material usado en la obra a construir anualmente, utilizando materiales con contenido reciclado o reutilización en obra. (maat, soluciones ambientales, 2019)

Agregados de residuos de construcción y demolición para concretos

Con la entrada en vigencia de las normas para la gestión de RCD en Colombia han surgido diversas aplicaciones para los materiales producidos a partir de material reciclado, los cuales son restos de demolición, constituidos por concretos, ladrillos, cerámicos, agregados y asfalto, se pueden usar como base o subbase en carreteras, redes de alcantarillado, filtros, etc. Estos materiales tienen posible destino para la construcción eficiente, uso de material demolido en el sitio o para ser triturado y reutilizado. (maat, soluciones ambientales, 2019)

Los materiales triturados deben cumplir con especificaciones técnicas, control, uniformidad del material, tipo, secuencia de trituración, separación y procesamiento. El uso de agregados reciclados para concretos con aplicaciones específicas e innovadoras, como la producción de:

Bloques de ladrillos: unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto.

Adoquines: piezas complementarias para la construcción de pavimentos peatonales, vehiculares y cargas estáticas distribuidas.

Prefabricados de urbanismo: bordillos, cunetas y topelantas.

Losetas: construcción de pavimentos peatonales y vehicular liviano. (Trujillo Hannah, 2020)

Propuesta de aprovechamiento de RCD para la Ciudad de Tunja: elaboración de prefabricados de construcción

Se sugiere la elaboración de prefabricados de construcción, en este caso, adoquín peatonal que cumpla con las características de resistencia, flexión, absorción y desgaste exigidas por la norma a partir de materiales reciclados de RCD que serían trasladados voluntariamente por los generadores, debidamente separados del material plástico, vidrio o contaminado y recibidos sin costo en la planta de producción, la cual contaría con la siguiente línea:

Pesaje de materiales seleccionados: Todo material que ingresa a la planta de aprovechamiento es sometido a pesaje en la báscula para conocer su volumen. (Trujillo Hannah, 2020)

Clasificación: El material es inspeccionado visualmente por el personal encargado retirando elementos que contaminen la producción y no pertenezcan al material deseado, como metales, maderas, plásticos, compuestos orgánicos, elementos indeseados, etc. (Trujillo Hannah, 2020)

Almacenamiento diferenciado: Los materiales separados son almacenados en acopios temporales según su clasificación, (Trujillo Hannah, 2020) para posteriormente ser trasladados por la empresa de aseo al Relleno Sanitario, Parque Ambiental de Pírgua.

Trituración: Reducción del tamaño del material, a través de trituradora de mandíbula y trituración según la granulometría del producto requerido, obteniéndose partículas de 35mm aproximadamente. (Trujillo Hannah, 2020)

Separación magnética: Esta operación consiste en retirar elementos metálicos que podrían averiar las máquinas en los siguientes procesos, eliminando las impurezas magnéticas del producto que se desea obtener. (Trujillo Hannah, 2020)

Cribado: El material triturado se dirige a la criba por medio de una banda transportadora, realizando un trabajo de tamiz, es decir, una separación de diferentes tamaños del material por medio de unas mallas con ayuda del movimiento de la vibración de la criba. El material resultante se dirige al lugar de inspección por las bandas transportadoras, para luego ser llevado por el minicargador a la segunda área de pesaje y así continuar a las fases de la fabricación de los prefabricados de concreto. (Trujillo Hannah, 2020)

Mezcladora: Las materias primas para elaborar los prefabricados son cemento, cal hidráulica, escombros finos, escombros gruesos y agua para el adoquín peatonal, en las proporciones indicadas en las fichas técnicas de cada producto, siendo incorporados en la mezcladora logrando la homogenización adecuada en las proporciones establecidas en las especificaciones técnicas de los productos. (Trujillo Hannah, 2020)

Moldeado: Luego de obtener el diseño de mezcla deseado, se somete a presión de 300 kgf/cm² y vibración compactación por acción mecánica hasta alcanzar una consistencia óptima disminuyendo al máximo los vacíos en su interior, para el adoquín peatonal. (Trujillo Hannah, 2020)

Secado: Por medio de una banda transportadora los prefabricados obtenidos de la operación anterior son llevados al patio de secado, de 1 a 2 días hasta eliminar su humedad a temperatura ambiente, proceso llamado fraguado natural, para luego ser curados (rociados por

agua) aproximadamente por dos horas y posteriormente desencofrados, es decir, retirados de sus moldes. (Trujillo Hannah, 2020)

Ensayos de laboratorio: Aleatoriamente se elige 1 unidad por cada 1000 producidas de cada tipo de prefabricado, para ser sometidos a ensayos de compresión y resistencia a la flexión, realizando revisión de calidad y cumplimiento de especificaciones técnicas, según la NTC 2017 para el adoquín peatonal. (Trujillo Hannah, 2020)

Almacenamiento y distribución: el producto final será almacenado y distribuido en un área específica de la planta. (Trujillo Hannah, 2020)

Lineamientos para la Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Tunja

La Ciudad de Tunja tiene políticas de gestión de residuos sólidos incluyendo el manejo de los RCD, en este último presenta algunas falencias en la disposición ya que se hace en lugares no autorizados o mezclados con los residuos domiciliarios en el Parque Ambiental de Pírgua, esto conlleva efectos ambientales y sociales negativos, en el presente trabajo se formula un modelo de gestión que permita darle solución a esta problemática en la Ciudad.

La gestión integral está definida como: todas las actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponer finalmente los residuos de construcción y demolición, resultantes de las actividades de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas de las obras civiles o de otras actividades conexas. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

A continuación, se proponen lineamientos para la gestión de los RCD con las actividades encaminadas al manejo adecuado de estos residuos en la Ciudad de Tunja.

El Modelo de Gestión describe cómo se pueden administrar los residuos de construcción y demolición por medio del aprovechamiento y transformación en nuevos materiales de construcción, minimizando los impactos ambientales, reduciendo la cantidad de residuos que son dispuesto en el relleno sanitario, que en etapas previas se pueden clasificar, reutilizar, transformar y reincorporar al ciclo productivo. (Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Le corresponde a los generadores establecer un Plan de Manejo Ambiental para los Residuos de Construcción y Demolición que establezca de manera detallada las acciones que implementara cada uno de los generadores para prevenir, controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos y los efectos ambientales negativos identificados, (Agencia Nacional de Infraestructura, 2021) con el debido plan de seguimiento del manejo de estos residuos, facilitando su manejo desde el punto de vista ambiental de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final. Lo anterior con la finalidad de aumentar productividad sin trasladar externalidades negativas al medio ambiente, la salubridad y al espacio público. (Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Obligaciones

Los generadores y gestores deben cumplir de acuerdo a la normativa ambiental vigente las siguientes obligaciones:

Obligación de los Generadores

Formular, implementar y actualizar permanentemente el Programa de Manejo Ambiental de RCD. (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Los pequeños generadores deben entregar los RCD a un gestor para que realice las actividades de recolección, transporte a puntos limpios, de aprovechamiento o disposición final de ser necesario. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Cumplir con la meta de grandes generadores, es decir, los grandes generadores deberán utilizar RCD aprovechables en un porcentaje no inferior al 2% del peso total de los materiales usado en obra, así:

Tabla 9 Metas de RCD aprovechables según categoría municipal

CATEGORÍA MUNICIPAL	CUMPLIMIENTO DE META
Especial 1, 2 y 3	1 de enero de 2018
4, 5, y 6	1 de enero de 2023

Fuente: Tomado de Resolución 0472 de 2017

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472->

[DE-2017.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf)

En los años posteriores se debe garantizar un incremento anual de 2 puntos porcentuales, hasta alcanzar como mínimo 30% de RCD aprovechables en el peso total de los materiales usado en obra. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

La Ciudad de Tunja según Decreto 0338 de octubre de 2019, con vigencia fiscal 2020, estableciendo que pertenece a la primera categoría municipal por cumplir con los requisitos consignados en el parágrafo 5° del artículo segundo de la Ley 617 de 2000, (Alcaldía Mayor de Tunja , 2019), por lo tanto, el municipio desde 2018 debía implementar, aplicar y cumplir con las obligaciones establecidas en la norma.

Obligaciones de los Gestores de RCD, plantas de aprovechamiento y sitios de disposición final

Inscribirse ante la autoridad ambiental competente en el área donde desarrolla actividades.

Contar con equipo adecuado para el manejo de RCD.

Expedir constancia al generador que incluya la información (véase anexo 2).

Reportar a la autoridad ambiental competente en el primer trimestre, informe anual del año inmediatamente anterior sobre la cantidad y destino de residuos gestionados según (véase anexo 3)

Los puntos limpios o plantas de aprovechamiento deberán implementar medidas mínimas de manejo ambiental, son:

Flujo de proceso realizado con los RCD.

Diseñar y ejecutar obras de drenaje y de control de sedimentos.

Instrumentos de pesaje calibrados según la norma.

Encerramiento para evitar impacto visual en el perímetro de la planta.

Tomar medidas para evitar la dispersión de partículas.

Mantener los RCD separados (véase anexo 1).

Los gestores responsables de la disposición final deberán formular y aplicar las siguientes medidas mínimas de manejo ambiental.

Definir el flujo de procesos realizados con los RCD.

Implementar acciones de control para evitar la dispersión de partículas, obras de drenaje y control de sedimentos.

Medidas de estabilidad geotécnica del sitio.

Encerramiento para evitar impacto visual en perímetro del sitio de disposición final.

Tener instrumentos de pesaje calibrados según la norma.

Encerramiento que garantice aislamiento y seguridad del sitio.

Valla informativa del sitio.

Describir e implementar las actividades de clausura y post clausura. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Obligaciones de los municipios y distritos

Ajustar el programa de gestión de RCD del PGIRS municipal o regional.

Educación ambiental sobre la gestión integral de RCD. Identificar las áreas a ubicar plantas de aprovechamiento, puntos limpios y sitios de disposición final. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Obligaciones de la Autoridad Ambiental competente.

Implementar los mecanismos para la inscripción de los gestores, debe ser público y de fácil acceso, (véase anexo 4).

Seguimiento y control a las actividades realizadas por los generadores y gestores de RCD.

Publicar en página web los gestores inscritos en su jurisdicción. (Bogota, Secretaría Distrital de Ambiente , 2015)

Actividades de la gestión integral de RCD

Prevención y reducción

El objetivo es minimizar la generación de residuos de construcción como resultado de la previsión de determinados aspectos del proceso, que hay considerar tanto en la fase de proyecto como en la de ejecución material de la obra y la demolición o deconstrucción, incluyendo las siguientes:

Planeación adecuada de la obra, precisando la cantidad de material necesario para evitar pérdidas.

Separación de RCD en obra por tipos y destino:

Reciclaje.

Reutilización.

Tratamiento especial.

Disposición controlada.

Almacenamiento diferencial de materiales

Control de escorrentía superficial y manejo de aguas lluvias.

Disponer de guías y manuales para la gestión de RCD en las obras de construcción.

Los generadores deben disponer de información necesario sobre los gestores de residuos, tales como: localización, distancia, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final, condiciones de ingreso de materiales, costes de gestión.

Planificar las actividades de separación y recolección de RCD, espacios de pesaje y almacenamiento temporal. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Durante la ejecución de demolición

Contratar empresas que realices desmontaje selectivo.

Seleccionar separadamente materiales a reutilizar, reciclar, desechos peligrosos.

Aplicación de medidas de seguridad permanente durante la actividad. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Ejecución de obra

Proyectar elementos constructivos fácilmente desmontables, sustituibles o reutilizables.

Construir con elementos que llegan a la obra con un alto grado de transformación: componentes y semiproductos.

Construir con medios auxiliares de vida útil más larga o que quedan incorporados a la obra de forma definitiva

Utilizar materiales reciclados en rellenos.

Reutilización de material sobrante.

Acuerdos con proveedores para recolección de embalajes. (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Gestión en obra

Clasificación en la fuente de todos los RCD, segregando los diferentes materiales según sea aprovechamiento in situ, planta de aprovechamiento o disposición final.

Separar los residuos no aprovechables, contaminados/ peligrosos.

Realizar vigilancia, control y separación de los residuos.

Educación al personal sobre responsabilidades en la gestión integral de RCD.

Contratación de gestores y transportadores autorizados.

Seguimiento de las evidencias documentales de las entradas de los RCD, en las instalaciones autorizadas para tal fin. Para ello se verificará que en los comprobantes de entrada a planta de tratamiento contenga:

Cliente.

Obra.

Transportador.

Fecha y hora.

Código del residuo.

Cantidad (volumen y peso).

Nombre de la instalación.

(Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Recolección y transporte

La responsabilidad por el manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición serán del generador, las empresa o personas prestadora del servicio público de aseo podrá prestar este servicio, y deberá hacerlo de acuerdo con las disposiciones vigentes se deberá realizar solicitud respectiva por parte del usuario y la aceptación por parte del prestador. (Ciudad Limpia Bogota S.A. E.S.P., s.f.), para tal fin se debe cumplir como mínimo con:

Carga a ras con el borde del platón del vehículo.

Cargue y descargue de los residuos evitando dispersión de partículas.

Cubrir la carga durante el trayecto evitando contacto con la lluvia y el viento.

Los vehículos de transporte deben cumplir con la normativa vigente para su movilización.

El generador de RCD debe realizar seguimiento y asegurar que la disposición final se realice en los sitios autorizados previamente seleccionados.

El generador del escombros debe acreditar la legalidad del sitio de disposición final mediante resolución o auto del concepto de viabilidad ambiental y certificación de los volúmenes dispuestos en dicho sitio. (Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente , 2015)

Almacenamiento

Es responsabilidad del generador de residuos de construcción y demolición establecer puntos de almacenamiento temporal de los residuos, separados, al interior de la obra a ejecutar cumpliendo con los lineamientos dados por la autoridad ambiental, especificar el tiempo de almacenamiento, el tipo de material y la destinación o uso del material. (Durán, 2016)

Establecer barreras perimetrales para evitar el impacto visual del sitio.

Realizar obras de drenaje y control de sedimentos.

Señalización correspondiente.

Tomar medidas para evitar la dispersión de partículas.

Los residuos peligrosos deben ser almacenados herméticamente, rotulados, en lugar libre de humedad y de calor.

Adecuar un sitio exclusivo de almacenamiento de material metálico debidamente señalado.

Destinar un área de almacenamiento temporal para el suelo orgánico, producto de la actividad de descapote para uso posterior en restauración o conformación paisajística.

Los residuos sólidos a reutilizar se deben almacenar, señalar y cubrir adecuadamente, contando con canales perimetrales y control de sedimentos. (Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente , 2015)

Puntos limpios

Los Puntos Limpios es donde se realizará la separación y el almacenamiento temporal de RCD, se ubicarán en lugares accesibles para facilitar el retiro de los residuos por parte del transportador/gestor autorizado. No se instalarán sobre el terreno natural, procurando aprovechar superficies existentes pavimentadas, deberá contar como mínimo con las siguientes áreas de operación. (Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Recepción y pesaje.

Separación por tipo de RCD.

Almacenamiento.

Se debe verificar: etiquetas de identificación y la correcta segregación de los residuos peligrosos almacenados, en caso de ser necesario se procederá a la corrección de los hallazgos. (Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Aprovechamiento

Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o coprocesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados pertenecen a dos grupos: (Rocha, 2015)

a) Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos, argamasas y bloques de concreto gravas, gravillas. (Rocha, 2015)

b) Materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas, bloques. sobrantes de mezcla de cementos y concretos. (Rocha, 2015)

Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o coprocesamiento en otras industrias está compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas y vidrio, vidrios, aceros, hierros, plásticos, metales, cartones, yesos, Dry Wall. (Natalia Durán, 2016)

Reutilización

Volver a utilizar un material en su mismo estado, sin reprocesamiento impidiendo la contaminación ya que esta alternativa desaparece el residuo de la construcción, volviéndose parte de nuevas construcciones, e ingresando a un proceso de producción con los materiales que serán utilizados en la nueva obra. (maat, soluciones ambientales, 2019)

Tierras producto de excavación

Se procurará localizar algún emplazamiento para el aprovechamiento de las mismas, pudiendo ser reutilizadas:

En la obra.

En otra obra.

En acondicionamiento o relleno.

En restauración de áreas degradadas.

La tierra que no pueda reutilizarse será entregada a un transportador que debe llevarla a un lugar de disposición final autorizado. (maat, soluciones ambientales, 2019)

Tabla 10 Tendencias de productos empleando RCD

TENDENCIA	PRODUCTO/SERVICIO	ATRIBUTOS	BENEFICIOS
Cemento y concreto	Cemento y concreto a base de cenizas volates o material reciclado	Cementos y concretos que en lugar de emplear cemento portland como agente de unión, emplean cenizas volantes o escorias de alto horno	Reduce el consumo de energía y las emisiones de gases invernadero asociadas a la producción de cemento y concreto.
	Concretos permeables o porosos	Combinación de agregado grueso, cemento y agua que favorece la creación de una estructura de tipo porosa que permite el paso de agua a través de él.	Permiten la filtración del agua al subsuelo, reduciendo el escurrimiento superficial, evitando la contaminación, el encharcamiento y la erosión de áreas aledañas.
Cemento y concreto	Concretos CSA (Sulfoaluminatos de Calcio)	Concretos fabricados con materiales reciclados de aluminio y yeso sintético, que reemplaza el uso de bauxita y minas de yeso	Reemplazo cemento portland ordinario. Concreto de fraguado rápido.
	Fibro cemento	Materiales compuestos de cemento reforzados con fibras tales como acero reciclado, vidrio, y filamentos de carbono	Disminuye la huella de carbono, al necesitar menos temperatura de quema de caliza y yeso.
	Concretos aislantes o formas aisladas de concreto (ICF).	Cementos o paneles (drywall) con materiales reciclados como polipropileno y acero.	Alta Eficiencia energética, alta resistencia mecánica, absorción acústica
	Cemento de Carbono Negativo	Cementos que absorben CO ₂ .	Sustitución del carbonato de calcio en el cemento.

	Concretos con RCD (Residuos de construcción y demolición).	Hormigones de hasta 50 N/mm ² con un 20% de árido grueso reciclado procedente de hormigón puede presentar una calidad admisible para su uso como hormigón estructural.	Sustitución de agregados no renovables.
Materiales de Acabado	Paneles o placas de yeso.	Alto contenido de material reciclado (papel y yeso).	Disminución de la explotación de minas de yeso natural. Disminución de huella hídrica por reciclado de periódico.
	Paneles ecológicos CAF (Compressed Agricultural Fiber).	Fabricados con material agrícola comprimido, principalmente con paja de trigo y residuos agrícolas	Aumenta demanda para el caucho reciclado.
Materiales de Acabado	Pisos flexibles con caucho reciclado	El caucho reciclado disminuye la demanda de recursos no renovables	Crea un mercado para los periódicos reciclados.
	Paneles de techo con lana mineral y papel periódico reciclado	Excelente aislante termoacústico y de humedad	Excelente aislante termo-acústico y de humedad
	Pisos, techos y estructuras de madera certificada.	Productos que llevan el etiquetado FSC, que proceden de bosques gestionados de forma responsable.	El linóleo un material no tóxico, es flexible, resistente y duradero
	Pisos flexibles de linóleo como sustituto del vinilo.	El linóleo es un recurso renovable de vida significativamente más larga que alternativa de vinilo.	Producto biodegradable.
	Alfombras ecológicas	Alfombras fabricadas a partir de fibras naturales o recicladas, como	No tóxicas y de alta resistencia.

	fibra de coco, yute o sisal.	
Pinturas, adhesivos y recubrimientos ecológicos	Solventes libres de CVO (Compuestos orgánicos volátiles). Se fabrican con aceites vegetales en lugar de disolventes convencionales.	Solventes libres de CVO (Compuestos orgánicos volátiles). Se fabrican con aceites vegetales en lugar de disolventes convencionales.

Fuente: Corporación Universitaria Lasallista. Tomado de

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1773/1/DENTIFICACION_DE_ALTERNATIVAS_PARA_LA_GESTION_DE_RCD.pdf

El aprovechamiento de RCD se hará en plantas fijas o móviles y deberá contar como mínimo con las siguientes áreas: (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Recepción y pesaje: al ingresar se debe realizar el pesaje del material en balanza que debe ser calibrada periódicamente.

Separación y almacenamiento por tipo de RCD: se debe realizar clasificación considerando: la naturaleza del RCD y el esfuerzo económico (limpieza, retiro de residuos peligrosos), garantizando que la cantidad de residuos que sean depositados en el vertedero sea lo menor posible.

Aprovechamiento.

Almacenamiento de productos.

Disposición final

Según la normativa nacional los municipios deben seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los RCD, contando con el apoyo técnico conformado para la formulación y actualización del PGIRS, localizándolo en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, teniendo en cuenta los criterios y metodología de evaluación que se expone a continuación:

Según la resolución 0472 de 2017 el puntaje máximo de identificación y evaluación del sitio será 70 puntos, puntajes menores indican un orden de elegibilidad de las áreas evaluadas.

Tabla 11 Puntaje de identificación y evaluación del sitio

Criterios		Puntaje máximo
1.	Oferta ambiental	10
2.	Degradación del suelo	10
3.	Distancia de los cuerpos hídricos superficiales	10
4.	Capacidad	10
5.	Características geomorfológicas	6
6.	Distancia del centroide de generación	4
7.	Disponibilidad de vías de acceso	6
8.	Densidad poblacional en el área	4
9.	Uso del suelo	10

Fuente: (Minambiente, Resolución 0472 , 2017) Tomado de

http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_460ba065b69043ae9f

[7a9d90920b7bcf](#)

Tabla 12 Descripción y valoración de los criterios

Criterio	Puntaje máximo	
Oferta ambiental: indica las características del área potencial, en referencia a la capacidad del ecosistema para entregar bienes y servicios ambientales.	Baja oferta ambiental	10 puntos
	Moderada oferta ambiental	5 puntos
	Significativa oferta ambiental	0 puntos
Degradación del suelo: pérdida físico-mecánica del suelo del área potencial con afectaciones en sus funciones y servicios ecosistémicos que produce entre otras, reducción de la capacidad productiva.	Muy severa	10 puntos
	Severa	8 puntos
	Moderada	4 puntos
	Ligera	2 puntos
	Sin evidencia	0 puntos
Distancia a cuerpos hídricos: relación que tendrá el área potencial respecto a las fuentes hídricas superficiales existentes en la zona medido linealmente desde la zona de inundación hasta el área.	Mayor a 2000 m	10 puntos
	Entre 1000 y 200	8 puntos
	Mayor a 500 m y menor a 1000m	6 puntos
	Entre 50 m y 500 m	2 puntos
Capacidad: el área potencial deberá ser suficiente para permitir que la vida útil del sitio sea compatible con la de generación proyectada de RCD en el municipio, de la siguiente manera:	Para una capacidad superior a 1,5 veces la producción de RCD generados en el municipio en treinta (30) años	10 puntos
	Para una capacidad entre 0,5 a 1,5 veces la producción de RCD generados en el municipio en treinta (30) años	5 puntos
	Para una capacidad menos a 0,5 veces la producción de RCD generados en el municipio en treinta (30) años	0 puntos
Características geomorfológicas: incidencia que puede tener sobre el paisaje y el entorno la infraestructura ubicada en el área potencial para la disposición final de RCD.	Zona quebrada y encajonada	6 puntos
	Zona en media ladera parcialmente encajonada	4 puntos
	Zona en media ladera abierta	2 puntos
	Zona plana y abierta	0 puntos
Distancia del centroide de generación: distancia del área donde se generan la mayor cantidad de RCD del municipio, respecto al área potencial para la disposición final.	Menor a 10 km	4 puntos
	Entre 10 km y 50 km	2 puntos
	Mayor a 50 km	0 puntos
Disponibilidad de vías de acceso: facilidad y economía que el gestor tiene para llevar los RCD al área potencial donde se hará la disposición final.	Condiciones de la vía principal	
	Pavimentada	2 puntos
	Afirmado a carreteables	1 puntos
	Trocha/no existe	0 puntos
	Numero de vías que se despenden de la vía principal	
Dos o más vías	2 puntos	

	Una vía	1 puntos
	No hay vía	0 puntos
	Condiciones de la vía específica de acceso	
	Pavimentada	2 puntos
	Afirmado o carreteable	1 puntos
	Trocha/ no existe	0 puntos
Densidad poblacional en el área: evalúa posible afectación a la población ubicada en el área de influencia directa del área potencial en que se realizara la disposición final de RCD.	Entre 0 y 20 habitantes/ hectáreas	4puntos
	Mayor a 20 y menor a 50 habitantes/hectáreas	2 puntos
	Mayor o igual a 50 habitantes/hectáreas	0 puntos
Uso del suelo: evalúa la compatibilidad del área potencial para la disposición final de RCD con la destinación asignada al suelo por el POT, PBOT o EOT, según sea el caso, o los instrumentos que los desarrollen o complementen.	Uso principal	10 puntos
	Uso compatible o complementarios	6 puntos
	Uso restringido	2 puntos

Fuente: (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017) Tomado de

http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_460ba065b69043ae9f7a9d90920b7bcf

Programa de recolección selectiva

Se deben unificar criterios y procedimientos entre la administración local, la corporación autónoma regional y demás autoridades ambientales para controlar la generación, recopilación de datos, para conseguir mejores políticas y prácticas, que permitan controlar, la gestión, transporte y disposición de residuos de construcción, determinado las actividades aptas, pasos a seguir y regulación.

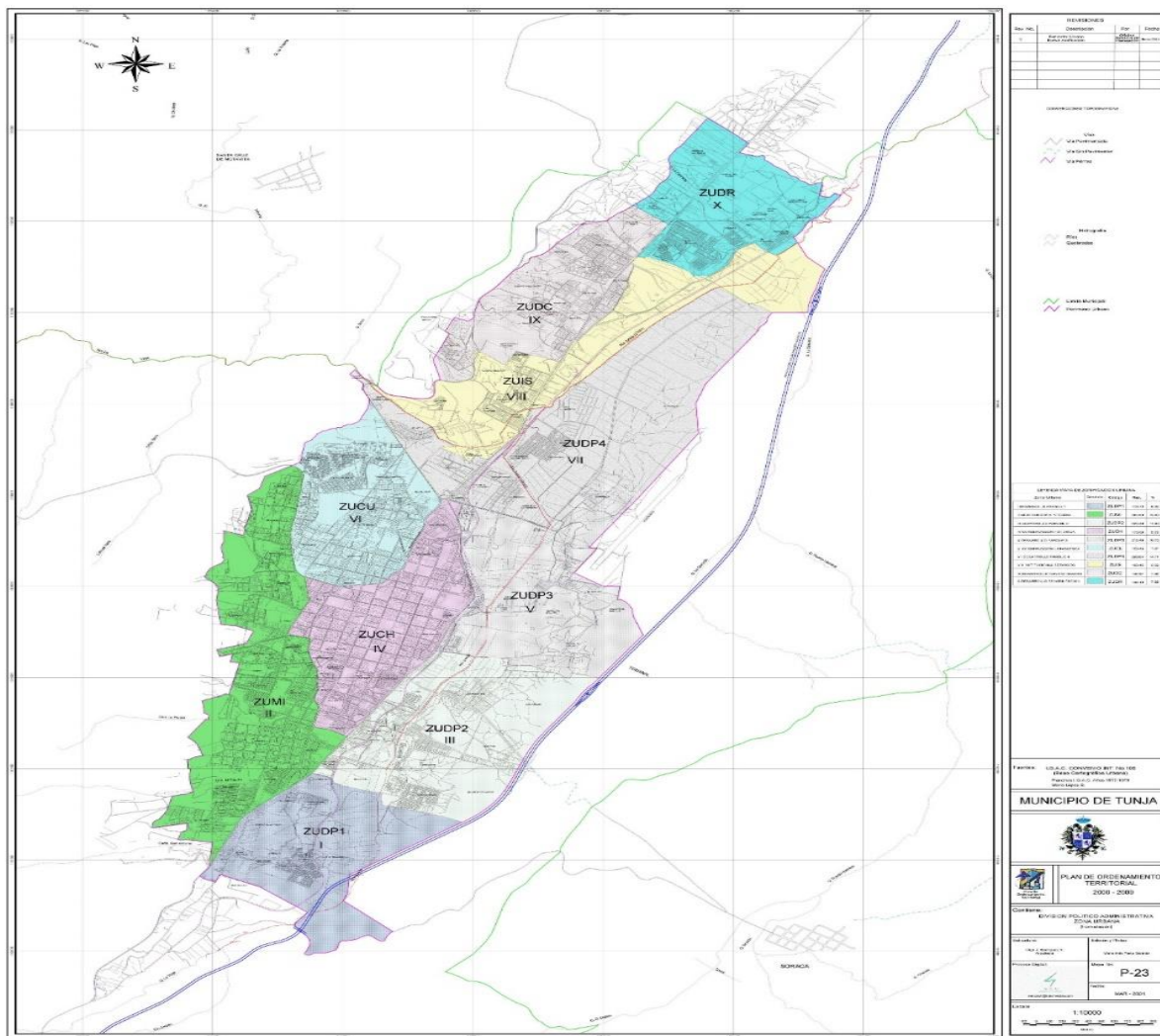
El programa de Recolección Selectiva funcionaria de la siguiente forma:

Los RCD serian recolectados por los prestadores públicos o privados según convenga al generador, estos deben ya estar separados en el punto limpio. De los puntos limpios los residuos

que no se puedan acondicionar o aprovechar se trasladaran al sitio de disposición final designado por la administración local y el cual debe contar con los permisos ambientales de rigor y cumplir con los criterios descritos en la normativa ambiental.

Puntos limpios: La administración local puede disponer de puntos limpios dispersos por sectores, por ejemplo, un punto limpio por cada sectores de Tunja, según mapa adjunto; para que la población deposite sus residuos de construcción, producto de adecuaciones o reparaciones pequeñas, considerando ciertas restricciones, por ejemplo: límite de peso a depositar, si está o no contaminado, adecuada separación, etc. Para facilitar la disposición de RCD, evitando su disposición en el sistema de recolección de residuos domiciliarios. De los puntos limpios públicos se realizará las actividades propias de gestión según corresponda.

Figura 15 Mapa sectores de Tunja



Nota: La figura muestra los diez sectores de Tunja, clasificados con colores, donde se sugiere establecer los puntos limpios de recolección de RCD.

Fuente: (TUNJA, Mapas Geograficos , 2018) Tomado de <https://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/mapas-geograficos>

Proceso de organización y formalización de recolectores y transportadores de RCD, en las vistas se puede concluir que en la Ciudad la mayoría de las construcciones realizan la disposición de RCD por medio de particulares, a aquellas empresas o personas dedicadas a esta

actividad se debería brindar capacitaciones y asesorías, donde se realice seguimiento y evaluación de los procedimientos, tomar los correctivos según los criterios normativos.

Solicitud de servicio

Los grandes generadores de escombros, solicitaran el servicio especial de cargue y transporte al prestador del servicio, público o privado.

El prestador privado deberá inscribirse como gestor y el respectivo pago por disposición de los RCD se hará al ingreso del sitio de disposición final.

Los generadores deberán inscribirse en la plataforma dispuesta por la autoridad ambiental.

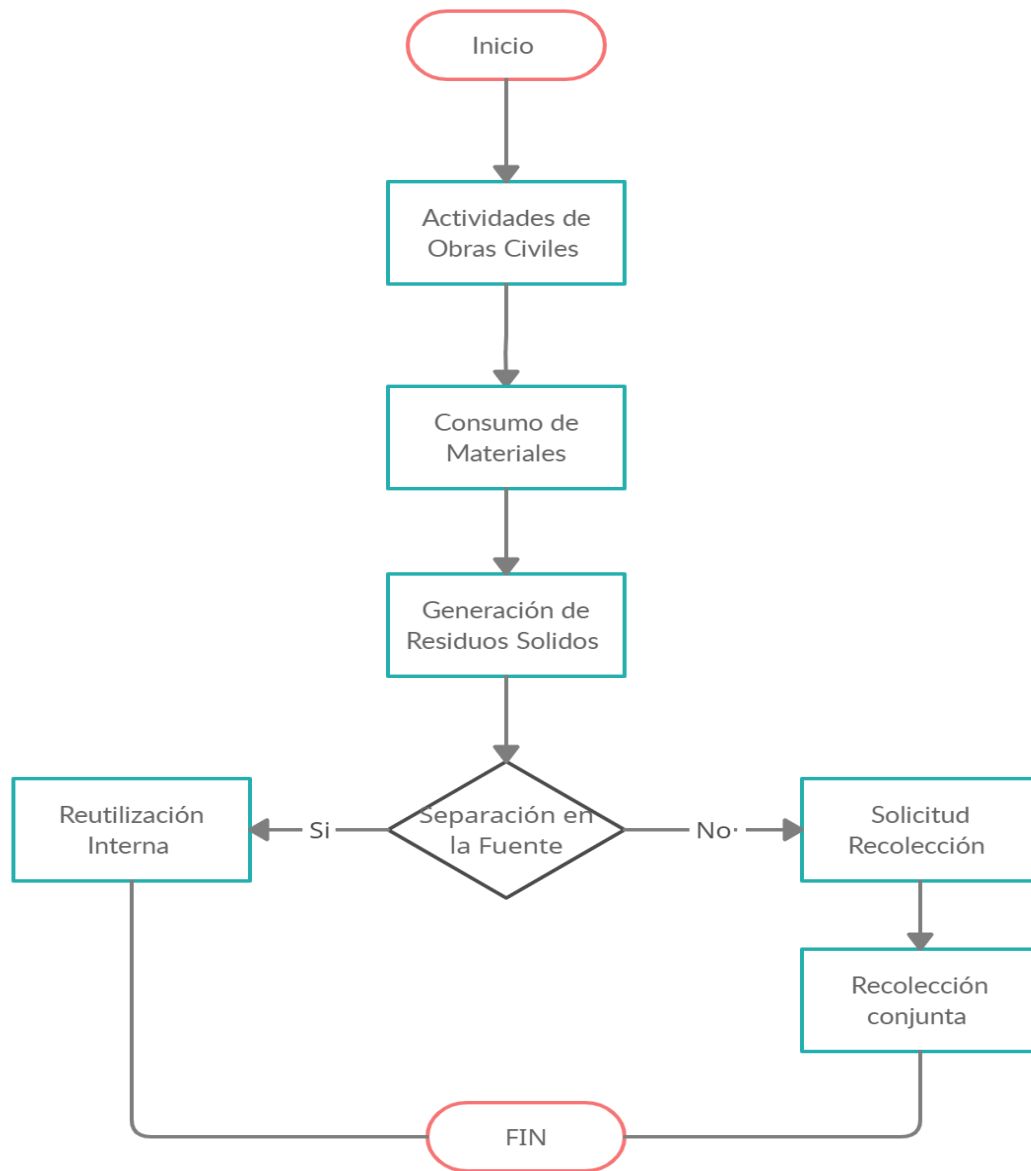
Dependiendo de las cantidades a recoger, serán trasladados a puntos limpios, o llevados directamente al sitio de disposición final.

En todo caso, el servicio especial de recolección y transporte público será cobrado en la factura de aseo de cada usuario

Flujograma del proceso de generación de RCD en la Ciudad de Tunja

El proceso de generación de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad, está enmarcado por el desarrollo de las actividades de obras civiles que requieren consumo de materiales y a su vez generan desechos sólidos, la separación en la fuente abre la posibilidad del reúso interno, recolección selectiva o reciclaje, si esto no se cumple, la recolección de RCD se hace conjunta con los residuos domiciliarios y se dispone en el Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pirgua o en su defecto termina en sitios no autorizados en el perímetro de la Ciudad. A continuación, se presenta el diagrama de flujo que nos indica el proceso aplicado actualmente en la Ciudad para la gestión de los RCD desde su origen en las actividades civiles hasta la disposición final.

Figura 16 Diagrama de flujo generación de RCD en Tunja



Nota: El diagrama de flujo muestra la generación de RCD en la Ciudad de Tunja.

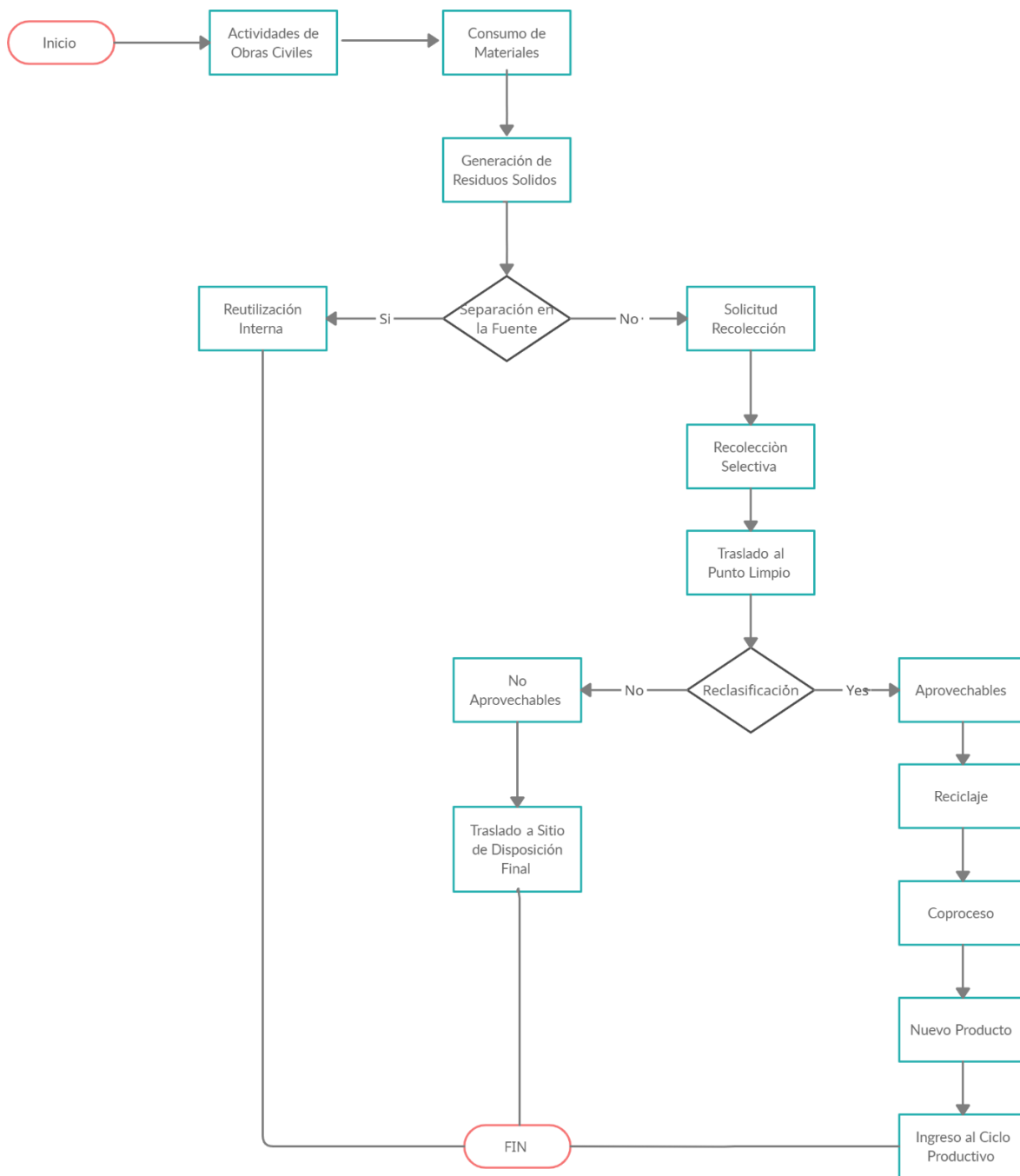
Fuente: autor elaborado con <https://app.creately.com/diagram/xLu613wRPiq/edit>

Flujograma de proceso. Generación y gestión de RCD en la Ciudad de Tunja

A continuación se presenta los pasos para una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición en la Ciudad, que inicia con consumo de materiales para el desarrollo

de las actividades, generación de residuos, al hacerse separación en la fuente, se debe realizar reutilización interna según lo estipulado por la Resolución 0472 de 2017, posteriormente recolección selectiva y traslado al punto limpio, allí se separan nuevamente en aprovechables y reutilizables y se les da destino a reciclaje, co-proceso y revalorización el restante de residuos se lleva al sitio de disposición final autorizado por la administración local, que cumpla con los requisitos normativos, protección del medio ambiente y de los recursos naturales.

Figura 17 Diagrama de flujo generación y gestión adecuada de RCD en Tunja



Nota: La figura muestra la generación y gestión adecuada de los RCD en la Ciudad de Tunja.

Fuente: autor elaborado con <https://app.creately.com/diagram/xLu613wRPiq/edit>

Tabla 13 Actividades encaminadas a la gestión integral de RCD

Actividades encaminadas a la gestión integral de RCD	
Objetivo	Actividades
Cuantificar la generación de RCD en la Ciudad de Tunja y monitorear la gestión de los mismos.	<p>Las curadurías urbanas deberán informar a la autoridad ambiental las licencias aprobadas para remodelación, construcción, demolición y demás actividades que generen RCD.</p> <p>Las autoridades ambientales deberán informar la apertura de puntos limpios en la Ciudad.</p> <p>Los puntos limpios para autorizar la apertura deberán informar: capacidad de acopio, cantidades aprovechadas, destino, cantidades dispuesta finalmente.</p> <p>El sitio de disposición final debe informar la cantidad de residuos ingresados mensualmente.</p>
Trazabilidad de los RCD	<p>Debe garantizarse trazabilidad en todas las fases de proceso de gestión de los residuos, especificando:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lugar de producción. Naturaleza. Tratamiento. Disposición final.
Organizar los gestores de RCD	<p>Crear estructura organizacional a los prestadores del servicio de recolección de RCD.</p> <p>Capacitar a los gestores sobre buenas prácticas en el manejo de los residuos.</p> <p>Organizar las rutas de recolección, permisos de movilización, restricciones, horarios de recogida.</p>
Establecer un programa de recolección selectiva de RCD en la Ciudad de Tunja.	<p>Capacitación sobre separación selectiva de residuos in situ.</p> <p>Educación ambiental a la población sobre disposición adecuada de RCD.</p> <p>Promoción de las rutas selectivas de recolección de residuos sólidos.</p>

	<p>Socialización del modelo de gestión al sector de la construcción y la importancia del cumplimiento de la normativa local y nacional.</p> <p>Vigilancia y apoyo por parte de la policía sobre las rutas de recolección y el cumplimiento del PGIRS.</p> <p>Establecimiento de rutas de recolección selectiva por localidades.</p>
Incorporar el cobro de la recolección de los RCD en la tarifa del sistema de aseo.	<p>Tarifas según la cantidad de RCD generados.</p> <p>Incentivos o descuentos tarifarios por pronto pago y buenas prácticas ambientales de separación en la fuente.</p>
Implementar estrategias de producción mas limpia	<p>Incentivos a los generadores que reduzcan la cantidad de RCD dispuestos.</p> <p>Incentivos a las empresas que implementen alternativas de aprovechamiento y revalorización de RCD.</p>
Implementar puntos limpios en las localidades de la Ciudad que permitan la recuperación y aprovechamiento de los RCD.	<p>Generar una estructura administrativa para los puntos limpios incluyéndolos en el PGIRS.</p> <p>Promocionar los productos derivados de la revalorización de los RCD para ser incluidos en las nuevas construcciones.</p> <p>Promover el uso de los RCD internamente en las actividades de construcción.</p>

Fuente: (Bogota, Secretaria Distrital de Ambiente , 2015)

Análisis económico, social y ambiental

Análisis económico

El presupuesto usado para la ejecución del presente proyecto fue asumido 100% por el estudiante, el cual se describe en el desplazamiento en las visitas de campo, inspecciones oculares, visitas a las constructoras, papelería, equipo de cómputo.

Tabla 14 Análisis económico

Actividad	Descripción	Inversión		
		Cantidad	Vr. Unitario	Total (\$)
Vistas sitios de disposición inadecuada	Transporte	10	\$2.000	\$20.000
Inspección ocular a obras	Transporte	30	\$2.000	\$60.000
Recolección de información mediante formato	Papelería	20	\$1.000	\$20.000
Análisis de información	Equipo de computo	1	\$1`200.000	\$1`200.000
			Total	\$1`300.000

Fuente: El Autor. Elaboración propia.

Análisis social

La Ciudad de Tunja ha presentado avances, en cuanto a la gestión de Residuos de Construcción y demolición acoplándose a las nuevas condiciones normativas, técnicas y las necesidades del municipio, integrando proyectos, actividades, metas, indicadores y un cronograma de ejecución para garantizar la gestión integral de los RCD programado para el año 2027. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2020)

Con la aplicación del Modelo de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, se brindará bienestar social a la Comunidad Tunjana, mediante el control y minimización de los

botaderos de RCD clandestinos, disminuyendo los impactos ambientales secundarios a la inadecuada disposición. Otro beneficio se verá reflejado por la implementación de alternativas de reciclaje, reusó interno o reincorporación a la cadena de valor como subproducto de los RCD, teniendo en cuenta, que disminuyen los costos de ejecución de obra, el gasto de material, el consumo de materias primas y generaría ingresos al municipio por los pagos realizados por los generadores por el proceso de gestión, y los asociados al reusó, reciclaje y coproceso de RCD al convertirlo en un nuevo producto. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2020)

Análisis ambiental

El factor ambiental es determinante para el desarrollo de cualquier proyecto o actividad, conociendo las consecuencias ambientales, en este caso buscan minimizar los impactos ambientales identificados, derivados de la inadecuada disposición de los RCD en la Ciudad, buscando la sustentabilidad ambiental del sector de las obras civiles. (ANLA, 2019)

Con la planificación adecuada, toma de mejores decisiones a la hora de la ejecución de obras, estableciendo planes de gestión ambiental que permitan anticipar y manejar los impactos ambientales en todo el proceso constructivo, donde los proyectos cumplan con las políticas ambientales locales y nacionales. (ANLA, 2019)

Con la aplicación del Modelo de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad se daría cumplimiento de la resolución 0472 de 2017, generando unas acciones específicas para su gestión y aprovechamiento, y definiendo unos actores con responsabilidades sobre el residuo, así como procedimientos específicos para efectos de control y vigilancia. (Minambiente, 2020)

Con las acciones establecidas en el Modelo se quiere beneficiar ambientalmente a la Ciudad ya que la adecuada gestión, a través de una separación en la fuente, reutilización, reciclaje (basado en la selección y trituración mecánica del material que cumple con determinados criterios de carácter técnico) y coprocesamiento, disminuye las emisiones de carbono a la atmosfera por la extracción, transporte, producción de materiales de construcción, reduce el consumo de materias primas, teniendo en cuenta que el sector de la construcción es uno de los que más consume recursos naturales madera, minerales, agua y energía. Los impactos ambientales positivos de la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición se reflejarán a largo plazo y garantizando el desarrollo sostenible de la Ciudad de Tunja.

Conclusiones

Los RCD generados en la Ciudad de Tunja, provienen de las actividades de construcción excavación, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles principalmente destinadas a uso residencial, estos residuos, en su mayoría, son depositados indiscriminadamente por parte de los generadores en algunos sectores del perímetro urbano provocando efectos negativos en el ecosistema.

De las visitas realizadas a los proyectos de obras civiles que se desarrollan en la Ciudad y los sitios de disposición final no aptos, se identificó los impactos ambientales derivados de la inadecuada disposición, mitigables y controlables que permitirán a las futuras generaciones gozar de un ambiente más sano, con disponibilidad de recursos.

En la actualidad los avances tecnológicos permiten un manejo óptimo de los residuos en general, alargando la vida útil de los sitios de disposición final, se propone el uso de los RCD en la producción de agregados en una planta de aprovechamiento, con el objeto de reducir la cantidad de residuos dispuestos y reincorporar a la cadena productiva nuevos materiales de construcción.

La gestión de los residuos de construcción y demolición presenta algunas falencias que se pueden corregir al implementar actividades como prevención y reducción, recolección y transporte, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final adecuada según el POT, que garanticen la mitigación de los impactos ambientales y beneficios económicos que permitirán fortalecer el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Ciudad.

Recomendaciones

La inclusión e implementación de las actividades de prevención y reducción, recolección y transporte, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final en el PGIRS municipal, en el punto 14.2, destinado al manejo de los Residuos de Construcción y Demolición, permitiría que la Ciudad gestione de manera adecuada estos residuos, hacer un seguimiento a los generadores por parte de los entes de control con evaluación y mejora continua en el plan de gestión.

Las alternativas de aprovechamiento de RCD que la Ciudad aplique, permitirán no solo, obtener ingresos económicos destinados a fortalecer la gestión de los residuos, sino que, garantizaría el funcionamiento del sitio de aprovechamiento y disposición final incluido en el POT que cumpla con los criterios descritos en el la resolución 0472 de 2017 y las actualizaciones realizadas en el PGIRS en el año 2020 para lograr el cumplimiento de las metas propuestas.

El modelo de gestión de RCD establece algunos métodos de control de los impactos ambientales durante el desarrollo de las actividades de obras civiles integrando a los generadores y gestores como agentes importantes para el éxito del mismo, sugiere medidas previas para los componentes biótico, abiótico y social como primeros afectados en los procesos constructivos.

La adecuada gestión de los residuos en las ciudades podrá garantizar un ambiente sano para todos los habitantes, por lo tanto, la aplicación de un modelo de gestión de RCD en la Ciudad permitirá una proyección acertada que permita cubrir los requerimientos futuros en materia de gestión según las dinámicas sociales y económicas de la Ciudad.

Referencias bibliográficas

Agencia Nacional de Infraestructura. (2021). *ani.gov.co*. Obtenido de Plan de Manejo Ambiental : <https://www.ani.gov.co/glosario/plan-de-manejo-ambiental-pma>

Aguilar, A. (1997). Reciclado de materiales de construcción. *Residuos*. Recuperado el 2021, de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>

Aguilar, A. (2015). Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>

Alcaldia de Barranquilla . (2016). *barranquillaverde.gov.co*. Obtenido de <http://barranquillaverde.gov.co/tramites-y-servicios/Registro-generadores-gestores-RCD>

Alcaldia de Medellin . (2016). *medellin.gov.co*. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/AtencionCiudadana1/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2015/PGIRS%20MEDELL%C3%8DN%202016-2027.pdf

Alcaldia de Santiago de Cali . (2015). *cali.gov.co*. Obtenido de https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/

Alcaldia Mayor de Tunja . (2019). *ALCALDIA MAYOR DE TUNJA*. Obtenido de <http://www.tunja-boyaca.gov.co/normatividad/decreto-no-0338-de-21-de-octubre-de-2019-por-medio-del>

Alcaldia Mayor de Tunja, d. (2020). *Alcaldia Mayor de Tunja*. Obtenido de file:///C:/Users/ESPERANZA/Documents/PROYECTO%20RCD/PROYECTO%20%20RCD/52823_2020_29dic_ajuste_pgisr_20212027.PDF

Alonso, M. (2018). *Guia Para la elaboracion del trabajo final de grado* .

Obtenido de [https://drive.google.com/file/d/1ROU-](https://drive.google.com/file/d/1ROU-XANMuHM8DgflXbvbfBO5ttGOBaYr/view)

[XANMuHM8DgflXbvbfBO5ttGOBaYr/view](https://drive.google.com/file/d/1ROU-XANMuHM8DgflXbvbfBO5ttGOBaYr/view)

Alvarez, D. (2020). *itcolima* . Obtenido de

<https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/1478/Luis%20Gerardo%20D>

[%C3%ADaz%20%C3%81lvarez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/1478/Luis%20Gerardo%20D)

Alvarez, L. F. (2017). *AREANDINA* . Obtenido de Fundacion Universitaria del

Area Andina :

<https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1394/Modelos%20de%20Gest>

[i%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1394/Modelos%20de%20Gest)

ambientum. (2020). *ambientum.com* . Obtenido de

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/consideracion_general

[_a_la_gestion.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/consideracion_general)

Andalucia, A. d. (2016). *GESTION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE*

CONSTRUCCION Y DEMOLICION RCD. Obtenido de

<http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/03/Gestion-y->

[Tratamiento-de-Residuos-de-Construccion-y-Demolicion-RCD-Guia-de-Buenas-](http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/03/Gestion-y-)

[Practicas.pdf](http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/03/Gestion-y-)

Andes, U. d. (2011). *Procedieinto para la Gestion de Residuso solidos y*

Peligrosos. Obtenido de

<https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/content/download/2304/11870/file/5.%20Disposi>

[cion%20de%20Residuos.pdf](https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/content/download/2304/11870/file/5.%20Disposi)

ANLA. (2019). *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales* . Obtenido de <http://portal.anla.gov.co/estudio-impacto-ambiental>

AREANDINA. (2017). *Fundacion Universitaria Del Area Andina* . Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1186/Gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bogota, A. M. (2008). *Secretaria Distrital de Ambiente* . Obtenido de Guia Técnica Ambiental para la formulacion del plan de gestion de RCD en obra: <http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/Expo+Foro+RCD+Lineamientos+y+Guia+final.pdf>

Bogota, A. M. (2015). *Secretaria Distrital de Ambiente* . Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Bustos, M. F. (2008). *Universidad De Sucre*. Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/297/2/628.44F475.pdf>

CAMACOL . (s.f.). *Camacol Boyacá y Casanare*. Obtenido de <https://camacol.co/camacol-boyaca>

Chung Pinzas, A. R. (2002). *UNMSM* . Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/chung_pa/cap2.pdf

Ciudad Limpia Bogota S.A. E.S.P. (s.f.). Obtenido de <https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/tramite-servicio/solicitud-de-recoleccion-de-escombros-y-especiales-de-tipo-domiciliario/>

CORPOBOYACA . (2019). *corpoboyaca.gov.co*. Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/ventanilla-atencion/inscripcion-en-el-registro-de-generadores-de-residuos-o-desechos-peligrosos/#tramite>

Corpoboyaca. (2018). *corpoboyaca.gov.co*. Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/nuestra-gestion/planes/plan-de-gestion-ambiental-regional/>

Corpoboyaca. (2019). *Circular externa 160-152-12398 Seguimiento y Control – Residuos de Construcción y Demolición (RCD)*, . Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/circular-externa-160-152-12398/>

Corponariño. (2015). *corponariño.gov.co*. Obtenido de <http://corponarino.gov.co/residuos-de-construccion-y-demolicion/>

DANE . (2018). *dane.gov* . Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190727-CNPV-presentacion-Boyaca-Sogamo.pdf>

Daniel Felipe Ramírez Durán, A. T. (2016). *Universidad de la Salle* . Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1335&context=ing_ambiental_sanitaria

David de Santos Marián, B. M. (2011). *Fundación Laboral de la Construcción*. Obtenido de <http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/GestionResiduos2.pdf>

Durán, D. F. (2016). *UNIVERSIDAD DE LA SALLE*. Obtenido de CIENCIA UNISALLE:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1335&context=ing_ambiental_s
anitaria

DURAN, G. (2016). *Corporación Universitaria Lasallista*. Obtenido de
[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1773/1/DENTIFICACION_DE
_ALTERNATIVAS_PARA_LA_GESTION_DE_RCD.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1773/1/DENTIFICACION_DE_ALTERNATIVAS_PARA_LA_GESTION_DE_RCD.pdf)

Gobierno Nacional. (2010). *Funcionpublica.gov.co*. Recuperado el 06 de 04 de
2021, de Decreto 2811 de 1974:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>

IDEAM. (2008). *Sistema de Gestion Ambiental para Colombia*. Obtenido de
SIAC: <http://www.siac.gov.co/residuos peligrosos>

M. del Río, P. I. (2010). Obtenido de La regulación jurídica de los residuos de
construcción demolición RCD en España:

<https://core.ac.uk/download/pdf/205484902.pdf>

MAAT. (2020). *Maat Soluciones Ambientales* . Obtenido de
<https://www.maate.com.co/reutilizacion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds/>

maat, soluciones ambientales. (2019). *Reutilización de residuos de Construcción y
Demolición RCD's*. Obtenido de [https://www.maate.com.co/reutilizacion-de-residuos-de-
construccion-y-demolicion-rcds/](https://www.maate.com.co/reutilizacion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds/)

Minambiente. (Diciembre de 1974). *Decreto 2811/74*. Obtenido de
[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normati
va/Decreto_2811_de_1974.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)

MinAmbiente. (1994). *minambiente.gov.co*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Resoluciones/res_0541_141294.pdf

Minambiente. (2005). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf

Minambiente. (2014). Recuperado el 5 de Marzo de 2021, de https://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/TR_Mineria_general_04_08_2014_ANLA.pdf

Minambiente. (2017). *Resolucion 0472* . Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>

Minambiente. (2020). Obtenido de <http://www.andi.com.co/Uploads/DTS%20Mod%20RES%20472%202017%20RCD%20OAJsept17.pdf>

Minterior. (22 de Diciembre de 1993). *Minterior*. Obtenido de https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/dacn_ley_99_de_1993_0.pdf

Minvivienda. (2015). *Planes de Gestion Integral de Residuos Solidos* . Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>

Natalia Durán, C. G. (2016). *Corporación Universitaria Lasallista*. Obtenido de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1773/1/DENTIFICACION_DE_ALTERNATIVAS_PARA_LA_GESTION_DE_RCD.pdf

OIKOS, G. E. (2020). *Oikos* . Obtenido de La construccion en colombia y su evolucion : <https://www.oikos.com.co/constructora/noticias-constructora/evolucion-de-la-construccion>

ONU. (2017). *ONU HABITAD*. Obtenido de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>

Porras, G. (2013). *Universidad de Medellin* . Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242013000100005&script=sci_arttext#:~:text=Seg%C3%BAn%20estudios%20previos%20realizados%20en,siguen%20en%20menor%20proporci%C3%B3n%20los

Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo . (2021). *undp*. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development.html>

Ramírez, L. (2019). *Universidad de Guanajuato, México*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/401/40161003004/html/index.html>

Rocha, C. L. (Junio de 2015). *Universidad Catolica de Manizales* . Obtenido de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1139/Cristian%20Leonardo%20Rocha%20Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Secretaria Distrital de Ambiente . (2015). *ambientebogota.gov.co*. Obtenido de http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/search?p_auth=Hvm4r0L3&p_auth=GAh

Mu5Zl&p_p_id=20&p_p_lifecycle=1&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_20_stru
ts_action=%2Fdocument_library%2Fget_file&_20_groupId=10157&_20_folderId=9873
083&_20_name=28269

Secretaria General del Senado . (1991). *secretariassenado.gov*. Obtenido de
<http://www.secretariassenado.gov.co/index.php/constitucion-politica>

Trujillo Hannah, G. L. (2020). *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas* .
Obtenido de
[https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25717/CabreraTrujilloHannah
Gabriela2020.pdf?sequence=1](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25717/CabreraTrujilloHannahGabriela2020.pdf?sequence=1)

Tunja, A. M. (2015). *Plan de Gestion Integral de Residuos Solidos* . Obtenido de
[http://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-gestion-integral-de-
residuos-solidos-pgirs-2015](http://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs-2015)

TUNJA, A. M. (2015). *PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS
SOLIDOS* . Obtenido de [http://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-
gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs-2015](http://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs-2015)

TUNJA, A. M. (2018). *Mapas Geograficos* . Obtenido de [http://www.tunja-
boyaca.gov.co/municipio/mapas-geograficos](http://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/mapas-geograficos)

Tunja, A. M. (2019). *Por medio del cual se establece la Categoría del Municipio
de Tunja para la Vigencia Fiscal 2020*. Obtenido de
[https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000666/33
262_2019_decreto_0338_del_21oct2019.PDF](https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000666/33262_2019_decreto_0338_del_21oct2019.PDF)

uaesp, U. E. (2014). *Alcaldia Mayor de Bogota D.C.* Obtenido de http://www.uaesp.gov.co/images/ANEXO_2_Glosario_DTS.pdf

UNDP. (2019). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.* Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development.html>

Unidad de Planeación Minero Energética . (2017). *UPME.GOV.* Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

URBANSA, A. S.–C.–N. (2014). *Secretaria Distrital de Planeacion.* Obtenido de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/6.estu_amb_cap_5.pdf

Urbansa, A. S.–C.–N. (2015). Obtenido de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/7.estu_amb_cap_6.pdf

Vitoria, V. F. (2011). *Guia Metodologica para la Evaluacion Del Impacto Ambiental* . Madrid : Ediciones Mundi-Prensa .

Anexos

Anexos 1 Formato único formulación e implementación del programa de manejo integral de RCD

Anexo 1. FORMATO ÚNICO FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RCD	
1. DATOS DEL GENERADOR	
Nombre o razón social	
Documento de identificación o nit (en caso de personas jurídicas)	
Dirección	
Teléfono	
Correo electrónico	
2. DATOS DEL OBRA	
Nombre de la obra	
Ubicación de la obra (municipio o distrito dirección o georreferenciación)	
Área del lote del proyecto (m2) (si aplica)	
Área a construir (m2)	
Copia de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencias de intervención y ocupación del espacio público (si aplica)	
Copia de la orden judicial o administrativa o certificado expedido por la autoridad municipal o distrital competente según el caso en los eventos previstos en el inciso 2 del numeral 7 artículo 2.2.6.1.1.7. y el párrafo 2 del artículo 2.2.6.1.1.12. del Decreto 1077 de 2015 o la norma que ello modifique o sustituya (si aplica)	
Tiempo estimado de ejecución de la obra	
Fecha de inicio de la obra	
Fecha estimada de finalización de la obra	
Total de materiales a utilizar en obra (t)	
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS DE PREVENCIÓN Y GENERACIÓN DE RCD	
4. PROYECCIÓN DE RCD A GENERAR	
TIPO DE RCD	TONELADAS
1. Residuos de construcción y demolición -RCD-susceptibles de aprovechamiento	

1.1 Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación entre otros.	
1.2 Productos de cimentación y pilotaje: arcillas, bentonitas y demás.	
1.3 Pétreo: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillo y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.	
1.4 No pétreo: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio con o sin recubrimientos de zinc o estaño, plástico tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón - yeso, (drywall), ente otros.	
2. Residuos de construcción y demolición -RCD- no susceptibles de aprovechamiento.	
2.1 Los contaminados con residuos peligrosos.	
2.2 los que por su estado no pueden ser aprovechados.	
2.3 los que tengan características de peligrosidad, estos se registrarán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión.	
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE DEMOLICIÓN SELECTIVA (CUANDO APLIQUE)	
Describa de forma detallada las actividades de demolición selectiva	
6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RCD EN OBRA	
Describa las actividades de almacenamiento temporal de RCD en obra (puede adjuntar fotografías)	
7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APROVECHAMIENTO DE RCD EN OBRA Y FUERA DE ESTA	
Describa las actividades de aprovechamiento de RCD en la obra y fuera de esta (puede adjuntar fotografías)	
<p>Nota: Dentro de las principales actividades de aprovechamiento se encuentran - reutilización para relleno de redes de acueducto y alcantarillado - Reutilización en espacio público y privado (material de relleno) - Recuperación de suelos degradados - Reconformación de taludes - Reutilización de concreto hidráulico en estabilización de subrasantes de vías - Aprovechamiento en plantas de trituración - Reciclaje directo para reconformación de vías - Cadenas de reciclaje.</p>	
8. GESTORES DE RCD	
Mencione los gestores de RCD que realicen la gestión de los RCD generados en obra:	
Nombre o Razón social	
Número de identificación o NIT	
Representante Legal Número telefónico de contacto	
Municipio o distrito (Dirección o georreferenciación)	

Actividad ejecutada por el gestor de RCD (Recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final)					
9. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL DE RCD					
Se deberá remitir el reporte de implementación del programa de Manejo Ambiental de RCD a la autoridad ambiental competente, con las respectivas constancias expedidas por los gestores, dentro de los 45 días calendario siguientes a la terminación de la obra					
9.1 ALMACENAMIENTO, APROVECHAMIENTO (EN OBRA O ENTREGADO A UN GESTOR) Y DISPOSICIÓN FINAL					
TIPO DE RESIDUO	TONELADAS DE RCD				
	APROVECHADO EN OBRA	ENTREGADO EN PUNTO LIMPIO	ENTREGADO A UNA PLANTA DE APROVECHAMIENTO	ENTREGADO EN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	TOTAL RCD
1. Residuos de construcción y demolición -RCD- susceptibles de aprovechamiento					
1.1 Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación entre otros.					
1.2 Productos de cimentación y pilotaje: arcillas, bentonitas y demás					
1.3 Pétreo: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillo y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.					
1.4 No pétreo: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio con o sin recubrimientos de zinc o estaño, plástico tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón - yeso, (drywall), ente otros.					
2. Residuos de construcción y demolición -RCD- no susceptibles de aprovechamiento					
2.1 Los contaminados con residuos peligrosos					
2.2 los que por su estado no pueden ser aprovechados					
2.3 los que tengan características de peligrosidad, estos se registrarán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión					
9.2 INDICADORES					
NÚMERO			INDICADOR		
1	Cantidad de materiales de construcción usados en la obra (t/obra)				
2	Cantidad de RCD generado en la obra (t/obra)				
3	Cantidad de RCD aprovechado en la obra (t/obra)				
4	Cantidad de RCD recibido en punto limpio (t/obra)				
5	Cantidad de RCD recibido en planta de aprovechamiento de RCD (t/obra)				
6	Cantidad de RCD llevado a sitio de disposición final de RCD (t/obra)				

10. METAS			
Para el cálculo de la meta de aprovechamiento (artículo 19), el generador tendrá en cuenta lo siguiente:			
OPCIONES DE APROVECHAMIENTO	TONELADA (t)	PORCENTAJE	
Materiales de construcción utilizados en la obra fabricados a partir de RCD (certificado por el fabricante)			
RCD aprovechados en obra			
RCD entregados a una Planta de aprovechamiento			
TOTAL (t)			

Fuente: (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Anexos 2 Formato constancia de gestores

ANEXO II. FORMATO CONSTANCIA DE GESTORES			
DATOS BÁSICOS DEL GESTOR			
Nombre o razón social			
Número de identificación o Nit			
Representante Legal			
Número telefónico de contacto			
Dirección			
Municipio o Distrito			
Gestor	Punto limpio <input type="checkbox"/>	Planta de aprovechamiento <input type="checkbox"/>	Disposición final <input type="checkbox"/>
Cantidad de RCD recibidos del generador en toneladas			
Destino de los RCD	Aprovechamiento (t)	Disposición final (t)	
DATOS BÁSICOS DEL GENERADOR			
Nombre del generador			
Número de identificación o Nit			
Número telefónico de contacto			
Dirección de domicilio			
Dirección donde se generan los RCD			
Fecha de recepción de los RCD			

Fuente: (Minambiente, Resolución 0472 , 2017)

Anexos 3 Formato para el reporte anual de gestores a autoridad ambiental competente regional o urbana

**ANEXO III. FORMATO PARA EL REPORTE ANUAL DE GESTORES A
AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE REGIONAL O URBANA**

AÑO _____

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN O NIT	REPRESENTANTE LEGAL	ACTIVIDAD REALIZADA POR EL GESTOR	TONELADAS AÑO DE RCD ALMACENADAS EN PUNTO LIMPIO	TONELADAS AÑO DE RCD APROVECHADAS	TONELADAS AÑO DE RCD DISPUESTO FINALMENTE

Cordialmente,

FIRMA (Gestor de RCD)

CC o NIT:

NOMBRE:



Anexos 4 Formato para la inscripción de gestores de RCD ante la autoridad ambiental competente regional o urbana

ANEXO IV. FORMATO PARA LA INSCRIPCIÓN DE GESTORES DE RCD ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE REGIONAL O URBANA	
DATOS BASICOS DEL GESTOR	
Nombre o razon social	
Número de identificación o NIT	
Representante legal	
Numero de contacto	
Dirección	
Municipio o distrito	
Actividad ejecutada por el gestor de RCD (almacenamiento en punto limpio, aprovechamiento y disposición final)	
Capacidad de almacenamiento de RCD del gestor (t/mes)	
Capacidad de aprovechamiento de RCD del gestor (t/mes)	
Capacidad de disposición final de RCD del gestor (t/mes)	
Cordialmente,	

FRIRMA (Gestor RCD)	
C.C. o NIT	
NOMBRE	

Fuente: (Minambiente, Resolucion 0472 , 2017)

Anexos 5 Formato para la recolección de información primaria sobre la gestión de RCD en la Ciudad de Tunja

	
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA INGENIERIA AMBIENTAL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RCD-TUNJA, BOYACA 	
Fecha	Ubicación
Coordenadas	Este
DATOS BÁSICOS DEL GENERADOR	
Información solicitada	Información obtenida en la visita
Nombre o Razón Social Actividad económica ¿Conoce la resolución 472 de 2017? Si No ¿Está inscrito ante la Corpoboyacá como generador de RCD? Si No	
Área total del proyecto Volumen total del RCD producidos ¿Tiene punto limpio para almacenamiento temporal de los RCD generados? Si No ¿Clasifica los Residuos generados en aprovechables o no aprovechables?	
¿Como realiza la disposición final de RCD?	
¿Cuántos RCD produce al mes aproximadamente? (m3/mes)	
Cuál es la Capacidad de almacenamiento de RCD del gestor (m3/mes) ¿Realiza algún tipo de aprovechamiento? ¿Cual? Si No	
¿Volumen de RCD aprovechados? m3/mes ¿Cuáles es el re que más genera?	
¿Ha considerado alguna alternativa de manejo para los RCD generados? ¿Cual? Si No	

Fuente: Autor. Elaboración propia.