

EVALUACION DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) DEL  
“BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE”

CARMEN YOLIMA PARDO MARTINEZ  
MIGUEL ANGEL SUAREZ NAVARRO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2014

EVALUACION DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) DEL  
“BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE”

CARMEN YOLIMA PARDO MARTINEZ  
MIGUEL ANGEL SUAREZ NAVARRO

Trabajo de grado para optar el título de  
Ingeniero Civil

Director  
EDGAR RICARDO OVIEDO OCAÑA  
Ingeniero Sanitario, MSc PhD (Cand.)

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2014

## DEDICATORIA

*A Dios, a mis padres Carmen Elisa y Gilberio por su amor y esfuerzo para hacer este sueño realidad, a mis hermanas Yisela, Paola y Laura, por su compañía y apoyo incondicional durante el proceso a Miguel Ángel por estar a mi lado y a todos aquellos que contribuyeron con la realización de este sueño*

*Yolima Pardo Martínez*

*Una dedicatoria especial a mis padres que hacen parte de este objetivo y culminan esta meta junto a mí, a mi hermana, familia que me han acompañado y fortalecido de alguna manera con sus consejos y a todas las personas que han estado junto a mí durante este proceso*

*Miguel Ángel Suárez Navarro*

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>1. MARCO TEORICO</b> .....	18
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL</b> .....	21
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	24
<b>3.1. DIAGNOSTICO Y ANALISIS</b> .....	24
<b>3.2. PROPUESTAS PARA EL MANEJO DE RCD</b> .....	25
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	26
<b>4.1. DIAGNOSTICO TECNICO, OPERATIVO Y AMBIENTAL</b> .....	26
4.1.1. Obras de Adecuación del Sitio .....	26
4.1.2. Manejo ambiental de la escombrera. ....	34
4.1.3. Disposición final de los residuos de construcción y demolición. ....	36
<b>4.2. ANÁLISIS</b> .....	40
4.2.1. Componentes de aplicación en la norma. ....	41
4.2.2. Análisis de factores ambientales y operativos.....	42
4.2.3. Característica que presentan los materiales. ....	44

<b>4.3. PROPUESTAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RCD</b> .....	<b>45</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>52</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>CITAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>58</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Composición porcentual RCD en España.....	19
<b>Figura 2.</b> Valor porcentual área de extensión municipios AMB.....	21
<b>Figura 3.</b> Cantidad en m <sup>3</sup> de escombros oct 2006-dic 2012.....	23
<b>Figura 4.</b> Área de trabajo “Botadero de Tierra el Parque” .....	27
<b>Figura 5.</b> Cantidad de RCD (m3) calculados durante las visitas .....	39
<b>Figura 6.</b> Caracterización de los RCD “Botadero de Tierra el Parque” .....	40
<b>Figura 7.</b> Modelo de flujo alternativo para el aprovechamiento de RCD .....	45
<b>Figura 8.</b> Zaranda portátil PVG-120C.3.....	47
<b>Figura 9.</b> Planta móvil de trituración con criba para la separación de escombros.....	48

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
<b>Fotografía 1.</b> Ubicación “Botadero de Tierral el Parque” .....	22
<b>Fotografía 2.</b> Vías de acceso al Botadero de Tierra El Parque.....	28
<b>Fotografía 3.</b> Vía al Barrio Porvenir del municipio de Bucaramanga .....	28
<b>Fotografía 4.</b> Vía interna principal Botadero de tierra el parque .....	29
<b>Fotografía 5.</b> Fallas Hundimiento en la vía principal .....	30
<b>Fotografía 6.</b> Vía que conducen a las plataformas de trabajo .....	30
<b>Fotografía 7.</b> Cerramiento escombrera sector barrio Porvenir.....	31
<b>Fotografía 8.</b> Caseta para el control de los vehículos.....	32
<b>Fotografía 9.</b> Buldócer de uso permanente para la distribución de escombros y personal. ....	34
<b>Fotografía 10.</b> Drenes para el control de aguas.....	35
<b>Fotografía 11.</b> Descargue de material que ingresa en los vehículos .....	36
<b>Fotografía 12.</b> Manejo de los RCD al interior de la escombrera .....	37
<b>Fotografía 13.</b> Materiales aprovechados por los recicladores independientes .....	37
<b>Fotografía 14.</b> Residuos sólidos ordinarios dispuestos.....	39

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Cargo y funciones que desempeñan los empleados .....	33
<b>Tabla 2.</b> Materiales observados en el Botadero de Tierra El Parque .....	38
<b>Tabla 3.</b> Análisis del cumplimiento de los requisitos normativos .....	41
<b>Tabla 4.</b> Análisis de los factores ambientales y operacionales.....	43
<b>Tabla 5:</b> Comparación porcentual de los RCD “AMB – UE” .....	44

## ANEXOS

Pág.

**ANEXO A.** Formato para la realizacion de la caracterización de los RCD .....58

**ANEXO B.** Formato para la toma de vehículos que ingresan por parte de la  
administracion de la escombrera .....58

## RESUMEN

**TÍTULO:** EVALUACION DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) DEL “BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE”

**AUTORES:** CARMEN YOLIMA PARDO MARTINEZ  
MIGUEL ANGEL SUAREZ NAVARRO

**PALABRAS CLAVE:**

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, APROVECHAMIENTO, MANEJO INTEGRAL.

**DESCRIPCIÓN:**

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) es esencial en el crecimiento, formación y renovación de zonas urbanas En Bucaramanga, la industria de la construcción es uno de los mayores generadores de residuos. De aquí la importancia de crear mecanismos para aprovechar al máximo los materiales producidos en las obras de construcción cambiando los métodos aplicados tradicionalmente donde la recuperación de materiales es escasa.

El artículo presenta un estudio sobre el manejo actual que se le da a los residuos de construcción y demolición (RCD) en el Botadero de Tierra El Parque de Bucaramanga, analizando los factores ambientales y operativos desarrollados en el sitio y contrastándolos con los criterios normativos aplicables a las escombreras. Para tal efecto, se desarrollaron visitas de inspección al sitio, entrevistas semi-estructuradas, registros de volúmenes de residuos, revisión de literatura, registro fotográfico, entre otros trabajos de campo. Los resultados muestran que el manejo técnico operativo presenta deficiencias debido a la ausencia de servicios públicos básicos, falta de control del peso de los vehículos, mínimo aprovechamiento de los RCD de forma adecuada y manejo inapropiado. Por tal razón, se propone un modelo alternativo para el aprovechamiento de RCD que permita disminuir considerablemente los volúmenes de los escombros dispuestos, contribuyendo de forma positiva con el medio ambiente y postergando la vida útil de los sitios de disposición final.

---

\* Proyecto de grado

\*\*Facultad físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director Edgar Ricardo Oviedo Ocaña, Ingeniero Civil

## ABSTRACT

**TITULO:** EVALUATION OF MANAGEMENT AND DISPOSAL OF WASTE CONSTRUCTION AND DEMOLITION (RCD) OF "GARBAGE DUMP GROUND THE PARK"

**AUTORES:** CARMEN YOLIMA PARDO MARTINEZ  
MIGUEL ANGEL SUAREZ NAVARRO

### **PALABRAS CLAVE:**

CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE, RECYCLING, INTEGRATED MANAGEMENT

### **DESCRIPCIÓN:**

The management of construction and demolition waste (CDW) is essential for growth, education and urban renewal in Bucaramanga, the construction industry is one of the largest generators of waste. Hence the importance of creating mechanisms to maximize the materials produced in the changing construction methods traditionally applied where material recovery is poor.

The article presents a study on the current management that is given to construction and demolition waste (CDW) in the Earth Botadero Park Bucaramanga, analyzing the environmental and operational factors developed on the site and comparing them with applicable regulatory criteria to dumps. To that end, the site visits, semi-structured interviews, records of waste volumes, literature review, photographic records were developed, among other fieldwork. The results show that technical operational management is deficient due to the absence of basic public services, lack of control of the vehicle weight, minimum use of RCD properly and improper handling. For this reason, an alternative model for the use of RCD which could considerably reduce the volume of the debris disposed, contributing positively to the environment and the life postponing the final disposal sites is proposed.

---

\* Proyecto de grado

\*\*Facultad físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director Edgar Ricardo Oviedo Ocaña, Ingeniero Civil

## INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más urbano, el crecimiento de la generación de residuos, sobre todo los residuos de construcción y demolición (RCD), ha dado lugar a graves problemas de gestión en las ciudades y países. [1]. En la actualidad en Colombia la alternativa más extendida para la eliminación de los residuos de construcción y/o demolición es el vertido o disposición en escombreras [2].

En el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) las tendencias de construcción y renovación de infraestructura de los últimos años, muestran la importancia que la gestión de los RCD representa para la ciudad. En este momento, la disposición final de los RCD se realiza en el sitio de Botadero de Tierra El Parque, el cual tiene una vida útil aproximada de dos años. Adicionalmente, el aprovechamiento de los RCD es escaso debido a que no existen mecanismos para la gestión de materiales de forma eficiente.

Estos residuos generan vulnerabilidad en la población, al afectar directamente el espacio en el que ésta se desenvuelve. Consecuentemente es necesario recurrir a espacios de reciclaje que contribuyan a la disminución y minimización de los residuos y de esta manera generar actividades y operaciones, en lo que respecta a la recuperación de materias primas obteniendo ventajas ambientales y económicas [3].

En este estudio se desarrolla una evaluación del manejo de los escombros en El botadero de Tierra El Parque, para tal efecto se diagnosticó el manejo técnico-operativo, se identificaron las características de los materiales que ingresan y se

analizaron las ventajas y desventajas del funcionamiento que la escombrera presenta; por otro lado se realizó una propuesta de aprovechamiento y optimización de los residuos C&D viable para su implementación.

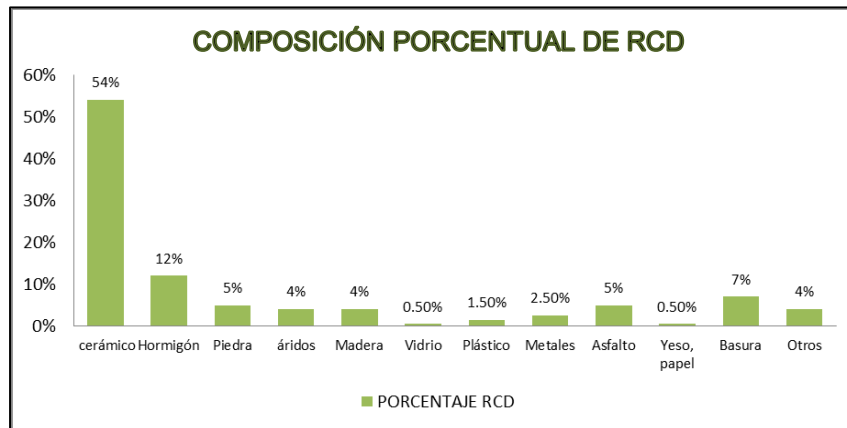
## 1. MARCO TEORICO

- **RCD y sus componentes**

Los residuos de construcción y demolición RCD, se define como todo residuo sólido resultante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas [4], estos materiales conocidos como escombros, constituyen un amplio porcentaje del total de residuos generados y sin embargo, han sido siempre considerados de menor importancia frente a otros residuos como los domiciliarios, quizás por ser teóricamente inertes y por lo tanto fácilmente eliminables [5].

La composición de los RCD varía en función del tipo de infraestructura y refleja en sus componentes mayoritarios la distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector, si bien, hay que tener en cuenta que estas pueden variar de un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos. Los materiales minoritarios dependen en cambio, de un número de factores mucho más amplio como pueden ser el clima, el lugar, el poder adquisitivo de la población, los usos dados al edificio etc. [6].

**Figura 1.** Composición porcentual RCD en España



**Fuente:** Resolución de 14 Jun. de 2001, PNRCD 2001-2006. Elaboración propia

- **RCD visión nacional**

En Colombia el manejo de RCD apenas está tomando interés en algunas ciudades. Un estimado nacional para el 2008 de generación de solo RCD (ladrillos, concreto, pisos, enchapes, revoques, yesos, áridos contaminados) para los centros urbanos de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Armenia, Pereira y Bucaramanga, con base en los índices de generación por metro cuadrado de construcción, del Plan Maestro de Bogotá, y el número de m<sup>2</sup> construidos legalmente registrados por el DANE, permiten inferir una cifra de 10.000 toneladas/día o 7.140.000 m<sup>3</sup>/día, con una densidad de 1.4 ton/m<sup>3</sup> [7].

Un intento por parte del gobierno nacional para controlar la disposición ilegal de los RCD ha sido la implementación del comparendo ambiental establecido en la ley 1259 de 2008, que se crea como instrumento para generar cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros.

- **Manejo integral de RCD**

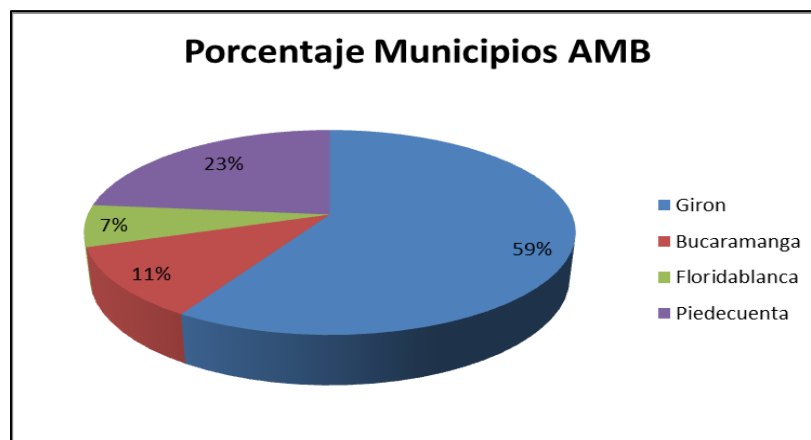
El manejo de los RCD, al igual que otros tipos de residuos, presenta en la actualidad un panorama muy diverso en función del ámbito geográfico del que se trate. En general, este concepto lo manejan países que poseen una mayor tradición en el planteamiento estratégico de los temas medioambientales y aquéllos en los que algunas de las materias primas utilizadas en el sector de la construcción son bienes escasos [8].

En los países industrializados, se manifiesta el reciclaje y reuso de los RCD como el principal objeto de los planes estratégicos, dirigidos a un manejo sostenible integral de los recursos; por otra parte, en los países en desarrollo como Colombia, estas actividades son enfocadas primeramente a los Residuos Sólidos Urbanos [9], esto puede deberse a que no tienen la tecnología y los recursos económicos para el manejo de desechos sólidos de manera segura. Por lo cual el almacenamiento de residuos es a menudo insuficiente, ya que el manejo es generalmente una cuestión de transporte de los desechos y descarga en el espacio a cielo abierto más cercano disponible [10].

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

El AMB está conformado por los municipios de Bucaramanga, Girón, Piedecuesta y Floridablanca, pertenecientes a la Provincia de Soto. Posee una extensión de 1.471 km<sup>2</sup> de los cuales Girón ocupa el mayor porcentaje de territorio pero su núcleo principal es Bucaramanga [11]. (Ver Figura 2). Presenta un clima templado de 23°C y la población actual del AMB es de 1´162.081 habitantes [12].

**Figura 2.** Valor porcentual área de extensión municipios AMB



**Fuente:** Plan de ordenamiento Metropolitano de Bucaramanga 2010. Elaboración propia

El botadero de tierra El Parque (antigua ladrillera de Bucaramanga) se localiza sobre la calle 104C del barrio Porvenir del municipio de Bucaramanga en una zona de reserva forestal y parque natural de la escarpa occidental [13]. El predio presenta una forma poligonal irregular alargada y tiene una extensión aproximada de 101.800m<sup>2</sup>.

**Fotografía 1.** Ubicación “Botadero de Tierral el Parque”

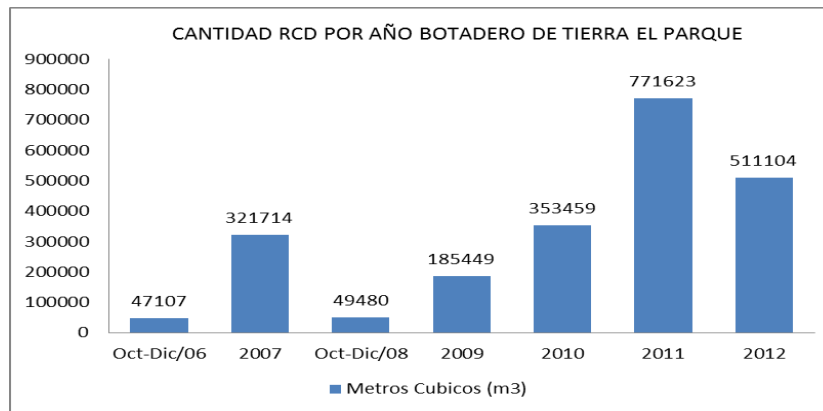


**Fuente:** Google Maps

La creación de la escombrera se presentó con la finalidad de recuperar las condiciones iniciales del lote, el cual fue afectado por las prácticas indebidas del uso del suelo y la extracción de material, lo cual aumentó la erosión y desestabilización de la escarpa. Con la conformación de terrazas y taludes revestida con drenajes superficiales y subsuperficiales se plantea mejorar el entorno paisajístico de la zona y evitar el aumento de deslizamiento y erosión de los taludes [14].

El botadero de tierra el parque S.A. es una empresa constituida en agosto del año 2006 para la disposición de cualquier tipo de material considerado escombros. Hasta diciembre de 2012 recibió aproximadamente 2.239.936 m<sup>3</sup> de RCD. La Figura 3 presenta la cantidad de escombros dispuestos de Octubre de 2006 a diciembre de 2012.

**Figura 3.** Cantidad en m<sup>3</sup> de escombros oct 2006-dic 2012.



**Fuente:** Registros informes Botadero de tierra El Parque. CDMB. Elaboración propia.

Actualmente es la única escombrera que se encuentra autorizada por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) para recibir RCD de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. DIAGNOSTICO Y ANALISIS**

Se realizó un diagnóstico de las condiciones técnicas y ambientales relacionadas con el manejo de los escombros en el sitio de disposición final. Para ello, se realizaron las siguientes actividades.

- a.** Construcción de formatos de observación, para la identificación del manejo de los RCD, a partir de una revisión de literatura.
- b.** Entrevista semi-estructurada al personal que labora en las instalaciones de acuerdo a su experiencia y conocimiento.
- c.** Análisis de la normativa basados en los principios de la Constitución Política de Colombia, el Decreto 1713 de 2002, que define jurídicamente los escombros y su recolección, la Resolución 541 de 1994, donde se dispone reglamento referente al manejo de escombros y se mencionan los criterios ambientales para la disposición final y la Resolución local 1273 de 2011 que de regula el desarrollo de obras de movimientos de tierra.
- d.** La observación directa del descargue y manejo de los RCD al interior de la escombrera y la toma de un registro fotográfico.
- e.** Realización de una caracterización de los residuos sólidos a partir de un formato, tomando información estimada de los materiales que ingresan a la escombrera (Ver anexo A). La toma de datos se realizó dos horas, durante tres días en horarios diferentes.

Posteriormente, se realizó un análisis de la situación actual, para lo cual se contrastó lo identificado con lo planteado.

- a.** Realización de un cuadro comparativo de la norma aplicada para el manejo de los escombros en el sitio de disposición final con lo identificado en las visitas.

- b.** Realización de una matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) que permita un análisis más detallado de los factores internos y externos que se presentan en el manejo de los escombros en el sitio.

### **3.2. PROPUESTAS PARA EL MANEJO DE RCD**

Se revisaron las diferentes posibilidades para implementar métodos de aprovechamiento de materiales. Las fuentes que se utilizaron fueron:

- a.** Revisión de literatura para conocer los posibles métodos que se pueden implementar al botadero o al mejoramiento de los métodos existentes.
- b.** Análisis de la caracterización de escombros para el planteamiento de la alternativa de aprovechamiento de los RCD.
- c.** Selección del método que permita generar un aprovechamiento de los RCD depositados en el Botadero de Tierra el Parque

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En esta sección se presentan los resultados del estudio realizado que describen los principales elementos considerados para analizar el manejo de los RCD en el botadero de Tierra el Parque.

### **4.1. DIAGNOSTICO TECNICO, OPERATIVO Y AMBIENTAL**

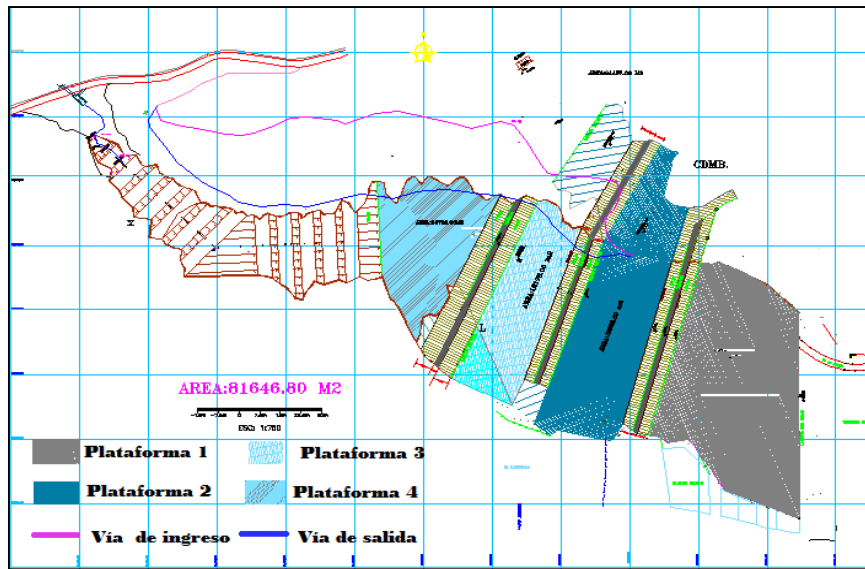
El manejo y control ambiental de RCD en el Área Metropolitana de Bucaramanga, se encuentran bajo la supervisión de la CDMB.

#### **4.1.1. Obras de Adecuación del Sitio**

- **Sitio de trabajo**

Dentro de la concepción paisajística establecida en la resolución 541 de 1994, las escombreras deben localizarse prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado con la finalidad principal de restaurar y crear un ambiente natural adecuándose a su uso futuro que para este caso no está proyectado. La zona de trabajo de la escombrera tiene un área aproximada de 80.000 m<sup>2</sup> y está conformada por cuatro (4) plataformas para la disposición final de los escombros siendo estas utilizadas en el orden que considere el personal que labora en las instalaciones. La Figura 4 muestra las plataformas numeradas en su orden.

**Figura 4.** Área de trabajo “Botadero de Tierra el Parque”



**Fuente:** Archivo Autocad. Botadero de Tierra el Parque S.A

- **Vías de acceso a la escombrera**

El acceso a la escombrera debe estar indicado y anunciado con carteles y si se prevé una intensa circulación vehicular esta no deberá convertirse en un entorpecimiento para la circulación de la red vial periférica [15].

La vía de ingreso se encuentra en un desvío ubicado en el kilómetro 4 sobre la vía Bucaramanga – Girón que se caracteriza como una vía secundaria tipo V-1 con secciones transversales entre 60 m y 40 m destinada para el paso de peatones y vehículos de transporte público, particular y de carga [16].

**Fotografía 2.** Vías de acceso al Botadero de Tierra El Parque



**Fuente:** Google Maps

La vía que conduce al barrio Porvenir está señalizada, presenta buenas condiciones, está pavimentada y su estado permite el tránsito normal de los vehículos. La Fotografía 3 muestra el estado de las vías que conducen al Botadero de Tierra El Parque.

**Fotografía 3.** Vía al Barrio Porvenir del municipio de Bucaramanga



Las vías interna del botadero se pueden clasificar como:

**Vía principal:** Conecta las vías externas con las internas y debe permitir la transitabilidad ante cualquier condición climática desfavorable; en la escombrera la vía se encuentra no pavimentada en su totalidad. Dentro de sus condiciones básicas cuenta con cunetas y zanjas que permiten el escurrimiento de las aguas lluvias y aunque no presenta buenas características el tránsito de los vehículos se realiza con normalidad.

**Fotografía 4.** Vía interna principal Botadero de tierra el parque



En la vía se presenta un punto desfavorable en el que los vehículos no se pueden permitir transitar uno al lado del otro debido a que se encuentra una inestabilidad que ya se hace evidente con un hundimiento en la vía.

**Fotografía 5.** Fallas Hundimiento en la vía principal



**Vías secundarias:** Reúne características similares a las cuatro terrazas de trabajo y están directamente conectadas a éstas para el ingreso y salida de vehículos, se encuentran en su totalidad no pavimentadas, cuentan con zanjas para el manejo de aguas superficiales de esorrentía. Adicionalmente no cuenta con vallas o carteles de señalización que permitan una mejor orientación al interior.

**Fotografía 6.** Vía que conducen a las plataformas de trabajo



Cabe aclarar que la información que se muestra es tomada en épocas de verano donde las condiciones de la vía son buenas; por los materiales que presenta

(tierra y arena) se presume que en épocas de lluvias puede presentar condiciones poco favorables por la humedad del terreno, sin embargo según información proporcionada por los funcionarios, la vía no se vería afectada en su operatividad normal más allá de las condiciones que presente.

- **Cerramientos y medidas de protección**

El cerramiento debe cumplir con los requisitos de seguridad para impedir el paso de personas extrañas o animales al lugar; en casos excepcionales que no resulten necesarios hacer un cerramiento total, se cerca la zona que se considere. En la escombrera, el cerramiento se hizo específicamente en el sector colindante con el barrio Porvenir empleando alambre, para permitir el aislamiento de la zona.

**Fotografía 7.** Cerramiento escombrera sector barrio Porvenir



- **Caseta de control e instalaciones para los trabajadores**

Se construyó una caseta de control permanente ubicada en el acceso a la escombrera para efectuar control de los vehículos que ingresan y la operación de la misma; no se han requerido instalaciones provisionales diferentes al punto de control, por tal razón, también es usado como campamento para el personal que

labora. Las instalaciones administrativas se encuentran ubicadas en el área urbana del municipio de Bucaramanga.

**Fotografía 8.** Caseta para el control de los vehículos



La escombrera no cuenta con una báscula para efectuar control de los vehículos que ingresan, éste se realiza con información suministrada por los conductores de los vehículos los cuales indican el volumen de carga que transportan (Ver Anexo B).

- **Servicios públicos e iluminación**

Los criterios generales para la construcción y operación de escombreras señalan que éstas deben tener servicio de agua potable, electricidad, alcantarillado, redes hidrosanitarias y comunicaciones en la medida es que sea necesario. En las condiciones actuales, la escombrera no cuenta con estos servicios. De otro lado no existe iluminación en la zona de ingreso y las vías internas de la escombrera ya que no tiene previsto operar en horas de la noche. Los horarios que maneja son de 9:00 a 17:00 horas de lunes a sábado.

- **Área de recuperación de materiales**

La empresa no tiene previsto realizar ningún tipo de recuperación de materiales, por lo cual no existen zonas para la clasificación de RCD potencialmente aprovechables.

- **Recursos humanos y equipos**

En la escombrera laboran cinco personas tiempo completo desarrollando las funciones presentadas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Cargo y funciones que desempeñan los empleados

<b>CARGO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Cajero	Realiza el cobro de tarifas
Ingeniero Civil	Encargado de manejo general del botadero
Operador de maquinaria	Encargado de manejar el buldócer para la distribución de los escombros.
Ayudante	Se encarga de ubicar las volquetas en el sitio de disposición.
Celador	Encargado de la seguridad de la escombrera.

De acuerdo a sus labores deben portar los elementos de protección necesarios, con la finalidad que no se vea afectada su integridad personal. Según los requerimientos, se requieren portar elementos de seguridad como jean, camisa manga larga, guantes y botas.

El equipo de operación disponible en la escombrera se reduce a un buldócer Caterpillar moderado D6D el cual tiene la función de distribuir los escombros al igual que efectuar actividades de adecuación de las áreas de relleno.

**Fotografía 9.** Buldócer de uso permanente para la distribución de escombros y personal.



- **Vehículos que ingresan con material**

Los vehículos que ingresan, son en su mayoría volquetas, también se observan camiones, furgones, camionetas de platón y camionetas de estacas. Estos son registrados en una base manual, donde se toman datos del sitio de proveniencia y capacidad de carga.

En los meses de octubre a diciembre de 2012 se recogieron 118.147,5 m<sup>3</sup> de RCD donde se estima que de la totalidad de vehículos que ingresaron el 72,77% (85.976,5 m<sup>3</sup>) fueron transportados por volquetas provenientes de obras grandes y el 27,22% (32.171m<sup>3</sup>) restante se transportaron en los vehículos particulares.

#### **4.1.2. Manejo ambiental de la escombrera.**

Para el análisis ambiental del sitio se tomaron algunos factores que pueden ser afectados por la actividad y otros que se consideran necesarios para su funcionamiento según la resolución 541 de 1994 que establece los criterios ambientales para las escombrera.

**Fuentes Hídricas:** En el terreno de la escombrera no existen fuentes hídricas o nacimientos de agua que se puedan ver perjudicados. Las aguas superficiales son producto de la acumulación de las aguas que provienen de la escarpa y se depositan por escorrentía.

**Construcción de drenes:** Para el manejo de las aguas de infiltración se construyeron filtros, elaborados con material granular de tamaño variable entre 1 ½ y 3 pulgadas envuelto en tela de geo textil, el material granular utilizado es bolo de río o en casos particulares se utilizan las piedras que ingresa a la escombrera proveniente de las obras. (Ver Fotografía 10).

**Fotografía 10.** Drenes para el control de aguas



**Fuente:** Informe de avance escombrera el parque CDMB

**Control de partículas:** Los sistemas de riego para el control de emisión de partículas no son propios del sitio, la empresa utiliza un carro tanque que riega la plataforma de trabajo y las vías 2 o 3 días a la semana para controlar el material particulado en el aire producto del paso de vehículos.

#### 4.1.3. Disposición final de los residuos de construcción y demolición.

Para el análisis del manejo de los RCD se tomaron tres aspectos teniendo en cuenta lo observado: ingreso, descargue y manejo.

1. **Ingreso:** Los materiales que ingresan al botadero en los vehículos transportadores son orientados a la plataforma sin ninguna revisión de la carga.
2. **Descargue:** Los residuos se disponen sin ninguna orientación particular que favorezca el aprovechamiento de los materiales, en este punto del proceso los empleados encargados revisan la carga verificando que contenga solo RCD.

**Fotografía 11.** Descargue de material que ingresa en los vehículos



3. **Manejo:** El manejo que se le da a los escombros es prácticamente nulo. Los residuos después de descargados son distribuidos con el buldócer y compactados con el mismo peso y paso de las volquetas.

**Fotografía 12.** Manejo de los RCD al interior de la escombrera



- **Recuperación de materiales:** La empresa encargada de la administración de la escombrera no realiza ninguna recuperación del material que ingresa. Hay intervención de otros actores como recicladores independientes que recuperan el material que representa un valor económico para ellos. Según datos aportados por algunos recicladores se recuperan principalmente materiales como hierro, plástico, madera, entre otros, y elementos que se encuentren en buen estado como sillas, escritorios, puertas etc., para posteriormente comercializarlos en el Municipio de Girón.

**Fotografía 13.** Materiales aprovechados por los recicladores independientes



- **Materiales observados**

De acuerdo a las características que presentan los materiales en la escombrera y a la necesidad de generar un posible aprovechamiento se proponen la siguiente clasificación buscando agrupar los RCD con base en su composición, características y peligrosidad; los materiales observados fueron.

**Tabla 2.** Materiales observados en el Botadero de Tierra El Parque

<b>NATURALEZA PÉTREA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto solidificado, ladrillos, arena, piedras y componentes ceramicos</li> </ul>
<b>NATURALEZA NO PÉTREA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierra, Asfalto, madera, hierro, acero, metales mezclados, papel, cartón, tubos de PVC, bolsas plasticas, vidrio, yeso, telas (trapos, fibras) e icopor.</li> </ul>
<b>POTENCIALMENTE PELIGROSOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarros de pegamentos, sobrantes de pintura y aerosoles vacios.</li> </ul>
<b>COMPONENTES CONSTRUCTIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertas de madera, aparatos o instalaciones sanitarias.</li> </ul>

De estos materiales se observó:

- Los componentes constructivos no presentaban buenas características, para ser reutilizados, estos se encuentran rotos y desgastados.
- Los materiales que se recuperan por parte de los recicladores independientes son acero, tarros de pintura y baldes de plástico.
- Hay presencia de materiales distintivos a los residuo de C&D como escritorios, colchones, residuos ordinarios, etc., los cuales se encuentran en pequeñas cantidades.

**Fotografía 14.** Residuos sólidos ordinarios dispuestos

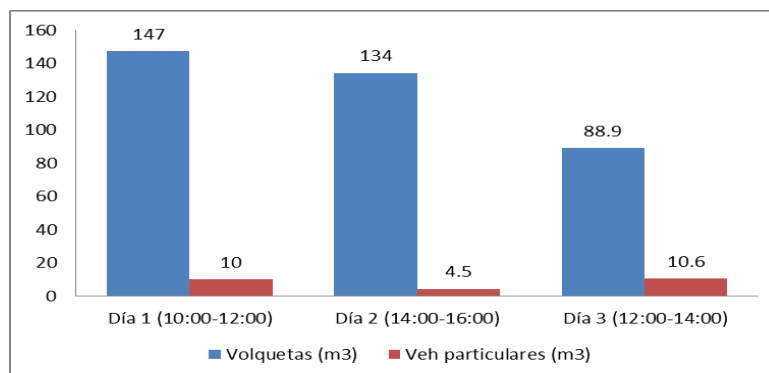


- **Caracterización exploratoria de los RCD que ingresan al botadero**

Teniendo en cuenta la diversidad de escombros que ingresan al sitio de disposición final y el proceso que implicaría obtener datos exactos de los tipos de materiales que entran a dicho lugar se realizó una exploración de la caracterización de los RCD mediante un reconocimiento visual de los materiales al ser descargados de los vehículos.

Los vehículos que ingresan con mayor frecuencia son volquetas provenientes de obra en construcción, los vehículos particulares (camionetas de plantón, de estacas, camiones y furgones) provienen de obras pequeñas (remodelaciones de viviendas). La Figura 5 muestra los volúmenes (m<sup>3</sup>) obtenidos.

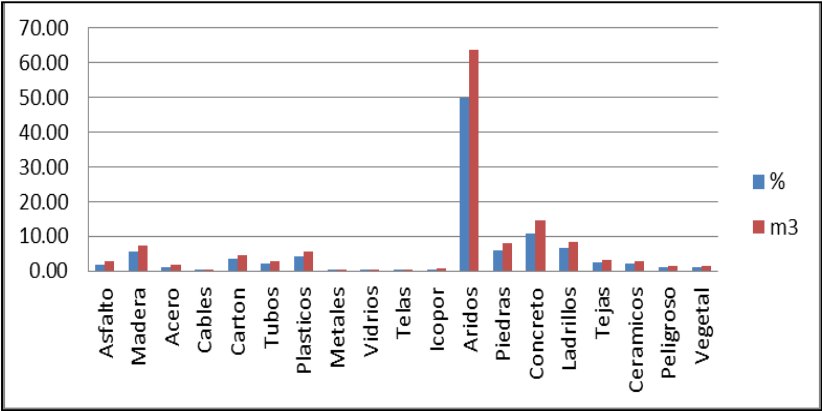
**Figura 5.** Cantidad de RCD (m<sup>3</sup>) calculados durante las visitas



Los días 1 y 2 presentan un comportamiento similar por lo que el ingreso de vehículos no varía de la mañana a la tarde, mientras que el comportamiento del día 3 indicaría el receso laboral en las obras del AMB.

De acuerdo a la inspección visual realizada se encontró que el material predominante son las arenas, las cual compone casi el 50% de los RCD que reciben a diario, sin embargo materiales como el cartón, el papel, el plástico, la madera, el concreto solidificado, las piedras, los ladrillos y/o bloques representan en su conjunto un porcentaje considerable que se acerca al 40% de materiales. La Figura 6 muestra los porcentajes y el volumen de escombros promediados de los tres días.

**Figura 6.** Caracterización de los RCD “Botadero de Tierra el Parque”



**4.2. ANÁLISIS**

En la investigación realizada se observó que el manejo actual que se le da a los RCD en el AMB es mínimo, ya que no considera la posibilidad de recuperarlos y ponerlos nuevamente en uso, evitando de esta manera los altos volumen que actualmente se producen. Por ser materiales inertes causan afectación al medio ambiente si no se manejan correctamente. De igual manera, no está acorde con la

política nacional de residuos sólidos que estipula la minimización en la generación seguida por el aprovechamiento de los materiales y como última opción, la disposición.

#### 4.2.1. Componentes de aplicación en la norma.

Algunos de los elementos que se analizaron hacen parte de las normas que aplica la escombrera en el municipio de Bucaramanga y su área metropolitana y que en la Tabla 3 se comparan con lo observado.

**Tabla 3.** Análisis del cumplimiento de los requisitos normativos

<b>Criterios de Análisis (Resolución 541 de 1994)</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
La escombrera cuenta con una licencia ambiental otorgada por la CDMB para su funcionamiento.		x	La CDMB suministra los requisitos, condiciones y obligaciones que debe cumplir la escombrera para su funcionamiento.
La escombrera está localizada en un área cuyo paisaje se encuentra degradado, (minas y canteras abandonadas), entre otros.	x		
<b>Vías de Acceso y Vehículos</b>			
Los accesos a la escombrera producen impactos ambientales sobre la población civil, a causa de la movilización de vehículos.		x	
Se garantiza la accesibilidad al sitio de disposición final.	x		
La carga que ingresa a la escombrera se acomodada de tal manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor.	x		La carga de los vehículos ingresa cubierta cumpliendo con los requisitos de transporte de materiales.

<b>Criterios básicos de manejo ambiental de escombreras municipales.</b>			
Se observan medidas de mitigación y manejo para disminuir los impactos de calidad del aire.	x		El control se lleva a cabo cada 2 o 3 días a la semana
Se observan medidas de mitigación y manejo para disminuir los impactos paisajísticos de la zona		x	
Se incluye el uso de barreras visuales ambientalmente viables para evitar el impacto visual en los alrededores de la escombrera.	x		En algunos límites de la escombrera.
Se determinaron obras de drenaje al interior de la escombrera como en su perímetro para garantizar la adecuada circulación del agua.	x		
Se aceptan materiales o elementos que vengan mezclados con otro tipo de residuos como residuos sólidos ordinarios, residuos líquidos o peligrosos.	x		Se observó presencia de residuos sólidos ordinarios
Se define la ubicación de materiales para restauración paisajística o para reutilización de residuos para otros usos.		x	El programa de manejo paisajístico se realiza hasta que haya culminado el relleno de la escombrera
La disposición final de los materiales podrá dar lugar al cobro de tarifas.	x		

#### **4.2.2. Análisis de factores ambientales y operativos**

Para el análisis de los factores ambientales y operacionales que se estudiaron en la escombrera se realizó una matriz DOFA con la finalidad de examinar los elementos internos y externos que intervienen en el manejo de los RCD y de esta manera realizar y proponer acciones viables que permitan corregir las falencias que presenta el manejo actual al igual que mejorar los procesos que actualmente se desarrollan. (Ver Tabla 4)

**Tabla 4.** Análisis de los factores ambientales y operacionales

DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>-No se realiza aprovechamiento de los RCD.</p> <p>-Se aceptan materiales no clasificados con RCD.</p> <p>-Los materiales ingresan mezclados lo que hace más difícil su aprovechamiento.</p> <p>-No define la ubicación de materiales para restauración paisajística.</p> <p>-No cuenta con maquinaria para la compactación adecuada de los materiales.</p> <p>-Ingresan particulares (recicladores) sin ninguna medida de seguridad.</p> <p>-No cuenta con instalaciones sanitarias ni con servicios de energía.</p> <p>-El sistema de control de pesaje de carga no es el más adecuado.</p>	<p>-Deterioro del paisaje debido al mal uso de los materiales.</p> <p>-Culminación de su vida útil debido a la falta de aprovechamiento de los RCD en el AMB.</p> <p>-No hay un riego constante de la plataforma en épocas de verano lo que produce emisión de partículas en el aire afectando.</p> <p>-Sanciones por permitir ingreso de particulares a la zona, sin ninguna medida de seguridad.</p>
<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p>-Realiza procedimientos para el manejo de las aguas lo que evita el cambio de las propiedades físico químicas de suelo.</p> <p>-Dispone de varias terrazas para la disposición de RCD lo que facilita su constante operatividad.</p> <p>-Tiene vías de acceso independientes para el ingreso y salida de los vehículos.</p> <p>-Cuenta con la experiencia del personal que labora en el sitio.</p> <p>-La administración es realizada por una empresa consolidada y con varios años de experiencia.</p>	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p>-Crear mecanismos de aprovechamiento de RCD favoreciendo las condiciones del entorno.</p> <p>-Implementar programas que permitan a los recicladores independientes vincularse con ellos y aprovechar de forma más eficiente los residuos.</p> <p>-Crear mayores controles por parte de las autoridades buscando que los residuos ingresen a la escombrera mayormente clasificados.</p> <p>-Creación de una planta de aprovechamiento de los RCD.</p>

**Manejo actual RCD  
Botadero de tierra El  
Parque**

#### 4.2.3. Característica que presentan los materiales.

Con base en los resultados se observó que el 93,645% de los materiales que ingresaron durante la visita lo hicieron en volquetas y el 6,355% restante pertenece a vehículos particulares que proviene de obras pequeñas (reformas domiciliarias), mostrando una diferencia elevada en estos porcentajes lo que podría indicar que muchos de los residuos producidos en las viviendas no se disponen adecuadamente en sitios autorizados sino que son arrojados a las vías públicas causando contaminación debido a la falta de cultura de los productores.

Por otro lado los materiales que ingresan mayoritariamente al botadero son producto de excavaciones (49,96%) como arenas, piedras, tierra etc. Estos datos permiten tener más claridad sobre el método que se podría implementar para el aprovechamiento de materiales. En la Tabla 5 se muestra una comparación del porcentaje de materias primas utilizadas en la construcción del AMB y la UE.

**Tabla 5:** Comparación porcentual de los RCD “AMB – UE”

MATERIAL	% EN VOLUMEN UE	% EN VOLUMEN AMB
Arena	66	49,96
Yeso natural	1	0
Metales	4	1,27
Grava	18	12,57
Concreto	6	10,81
Madera	2	5,56
Petroleo (plastico)	3	6,64
Otros	0	13,19

**Fuente:** Informe symons. Residuos de Construcción y Demolición. Elaboración propia.

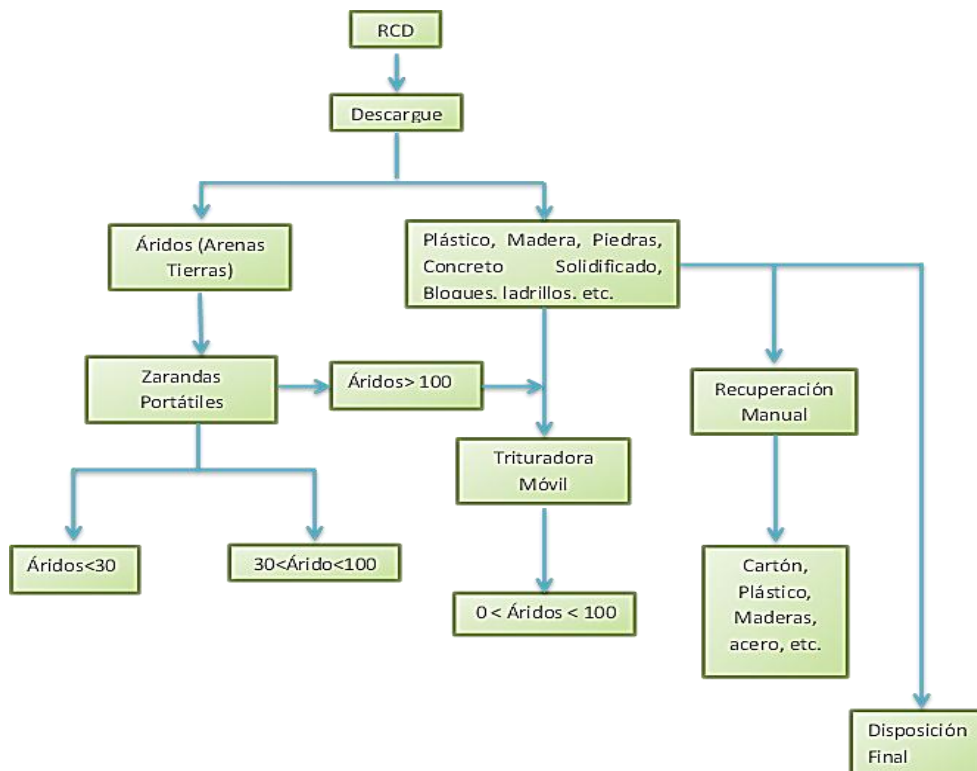
Comparando estos resultados con la caracterización realizada en el Botadero de Tierra el Parque se observa que el material predominante en ambos casos son los áridos (arena-tierra), de igual manera cabe mencionar que los plásticos presentan porcentajes similares.

### 4.3. PROPUESTAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RCD

Para realizar una correcta gestión de RCD es preciso crear un Modelo Alternativo de Gestión de residuos C&D, el cual brinde una alternativa eficiente para la correcta gestión de estos en el AMB.

Teniendo en cuenta que las normas aplicadas en Colombia para el manejo de los RCD no reglamentan el tratamiento que se le debe dar a estos residuos y la implementación de plantas de aprovechamiento apenas está tomando importancia en algunas ciudades, se plantea un modelo de gestión con el objeto de establecer los procedimientos para la reutilización, reciclado, valorización y eliminación de materiales [18]. El Modelo se basa en diversas alternativas para el aprovechamiento de residuos C&D. La Figura 7 presenta el flujo del proceso de modelo alternativo.

**Figura 7.** Modelo de flujo alternativo para el aprovechamiento de RCD



La finalidad de este sistema de aprovechamiento es la de separar los materiales que pueden ser reutilizables, pero primordialmente general materiales áridos para su distinta comercialización.

La caracterización realizada in situ muestra que alrededor de un 50% del material que ingresa a la escombrera se compone de arena, tierra, entre otros tipos de áridos los cuales pueden ser aprovechables a través de un sistema de zarandas portátiles, donde el aprovechamiento de este material sería útil como material de relleno, entre otros.

En promedio ingresan a la escombrera alrededor de 1500 m<sup>3</sup> de RCD, en donde las arenas y tierras representan alrededor los 700 m<sup>3</sup> diarios y materiales como los plásticos, madera, cartón, hierro, piedras, concreto solidificado a los 500 m<sup>3</sup>, además, se dispondrá de una planta móvil con criba vibratoria la cual triturara piedras, concreto, ladrillos y/o bloques para la producción de áridos de diversos tamaños de acuerdo a la comercialización que se requiera.

- **Procedimiento**

Los residuos son recibidos en el patio de descarga, el cual se podría habilitar en una de las terrazas, en donde mediante una inspección visual se verifica que el material corresponda y esté dentro de las especificaciones estipuladas para su aprovechamiento, es decir, descartar totalmente la presencia de residuos peligrosos y otros materiales que puedan afectar el rendimiento y/o funcionamiento de la máquina.

**Primera fase:** En primera instancia el buldócer recoge el residuo y lo deposita en la zaranda PVG-120C.3 (Ver Figura 12), la cual tiene una producción estimada de 30,6 a 45,9 m<sup>3</sup> por hora [17], la zaranda realiza todo el proceso de clasificación de áridos según tamaño; las fracciones se clasifican en tres grupos.

- Fracciones menores a 30 mm
- Fracciones entre 30 mm – 100 mm
- Fracciones mayores a 100 mm

**Figura 8.** Zaranda portátil PVG-120C.3



**Fuente:** Kontrolgrum. Modelos de zarandas portátiles. Disponible en Internet: <http://kontrolgrum.com/index.php/zarandas>

El material separado se recolectará inmediatamente con el mismo buldocer almacenándolos hasta su comercialización. El proceso se repite de acuerdo a la cantidad de material que se vaya a tratar teniendo en cuenta la exigencia a la que se está sometiendo la maquina a diario [18].

**Segunda fase:** Se plantea un sistema designando un sector en la terraza, para el reciclaje y comercialización de materiales, proceso que se realizara manualmente, por lo cual el personal empleado debera ser debidamente equipado y capacitado para un mayor rendimiento y aprovechamiento del material.

Para la eficiencia del proceso de aprovechamiento se debera establecer una exigencia de la manera en que los residuos C&D ingresan a la escombrera, buscando que los usuairos entreguen los materiles debidamente separados, ya que esta se realizará de forma manual y que los demas elementos como piedras,

concreto solidificado, ladrillos y bloques, que ingresan alrededor de 300 m<sup>3</sup> por día, se verán sometidos a un proceso de trituración.

**Figura 9.** Planta móvil de trituración con criba para la separación de escombros



**Fuente:** Molinos y trituradoras. Trituradora móvil. Planta móvil con criba vibratoria. <http://www.molinos-trituradoras.com/planta-movil-con-criba-vibratoria.html>

La trituración se llevará a cabo con una planta móvil con criba vibratoria (equipo de trituración de piedras), siendo capaz de triturar alrededor de 30 m<sup>3</sup>/h de material, por lo que es suficiente de acuerdo a la cantidad estimada de ingreso evaluada en la caracterización ya expuesta. Los escombros que pasan por la trituradora se optimizan en agregados de tamaño entre los 0 y 100 mm de acuerdo a la demanda de comercialización del momento.

Las fracciones de tamaño mayores a 100 mm derivadas de la primera fase del proceso (separación por zarandas portátiles), se integrarán a los RCD que van a ser sometidos a la trituradora, obteniéndose de igual manera los tamaños deseados.

- **Instalación de la planta**

Debe contar con una espacio de control y una zona de espera, además de un sector cubierto donde la maquinaria se ubicaría cuando no este en uso.

A continuación se expone los elementos necesarios para el funcionamiento de la planta de acuerdo a cada una de las fases que componen la propuesta de clasificación de los RCD:

**Fase 1:** Maquinaria móvil: Modelo de zaranda portátil a gasolina, clasifica 3 productos con un rendimiento mayor a 45 m<sup>3</sup>/h y un buldocer.

**Fase 2:** Buldocer y trituradora (planta móvil con criba vibratoria), utilizada para materiales mayor a 100 mm.

Elementos como palas, guantes, cascos y botas extras.

**Fase 3 (Personal):** El personal de la planta deberá ser previamente capacitados en lo que respecta a la clasificación selectiva y la utilización de la tecnología con el fin de garantizar la correcta funcionalidad de la planta.

Respecto al número de personal que requiere, este varía según la magnitud de la planta; actualmente ingresan a la escombrera alrededor de 10 recicladores informales y como se exigira que el material ingrese separado se estima que el trabajo manual de separación lo realicen 6 personas. Por otro lado se deberá contar un operario capacitado para la maquinas y 4 personas mas para el cargue del material comercializado.

Aclarando que en futuros estudios debe analizarse la mejor forma de vinculación de actuales trabajadores informales que ingresan a la escombrera.

- **Tipo de producto y comercialización**

Para el diseño de una planta de aprovechamiento de residuos C&D se debe conocer el mercado potencial de la zona valorizando los residuos reciclables en cuanto a, cantidad, calidad y costos. Los mercados varían según las regiones, las especificaciones de los productos cambian con la oferta y la demanda. Una gran parte del grado de rentabilidad de una Planta de tratamiento de RCD depende de la calidad del producto obtenido, esta es directamente proporcional al nivel de homogeneidad del residuo que se admite, lo que pone en evidencia la importancia de la cabina de control.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se relaciona los usos que se le darían al producto final conociendo ya el proceso al que fue sometido.

El árido, que ya se encuentran clasificado por tamaño, se emplearía de la siguiente manera:

- Las fracciones < 30mm, que son estimados de menor calidad, pueden emplearse como relleno y asiento en tuberías y zanjas.
- Las fracciones > 100mm, se pueden emplear para la obtención de zahorra de alta calidad.
- Las maderas se clasifican y se destinan a la venta.
- El metal obtenido en las diferentes etapas de clasificación se vende para su reciclaje.
- El cartón y el papel se clasifican y se venden a empresas recicladoras para su posterior uso, de igual forma el plástico.

Los demás materiales que no fueron clasificados en ninguna familia, ya sea por encontrarse en mal estado, o porque no se clasificaron durante el proceso de aprovechamiento de la planta, serían utilizados como material de relleno en la escombrera.

- **Costo**

Se debera realizar un estudio de factibilidad economica y financiera, que incluya los costos de inversión, operación y mantenimiento teniendo en cuenta que los precios de la tecnología utilizada es:

- Zaranda portátil (ProScreen PVG -C120 -3): Cuenta con un rendimiento mayor a 45m<sup>3</sup>/h dependiendo del tamaño a clasificar y la humedad del material, la cual tiene un precio en el mercado de 18.995 dólares.

## 5. CONCLUSIONES

El botadero de tierra el parque es parte primordial en la construcción de Área Metropolitana de Bucaramanga, ya que se convierte en el principal centro de recolección de escombros de la zona, contribuyendo de esta manera con el mejoramiento ambiental de la ciudad.

Los residuos de C&D en el Botadero de Tierra el Parque son dispuestos como material de relleno por lo que su manejo y aprovechamiento es inadecuado y deficiente.

Las arenas, tierras y/o materiales similares se convierten en el principal material de relleno y compactación del Botadero de Tierra el Parque, siendo estos el 50% de la composición de los residuos de C&D que ingresan.

## **6. RECOMENDACIONES**

La creación de una cultura de separación y reciclaje de RCD en la fuente es necesaria, buscando que los residuos ingresen y carezcan de materiales que no corresponden a este grupo y evitando que cambien las propiedades de los mismos.

Teniendo en cuenta que el 98% de los materiales que ingresan al Botadero de Tierra El Parque son producto de la construcción y la demolición de obras, se podrían implementar mecanismos de aprovechamiento en donde estos puedan ser reinsertados a la cadena constructiva.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Aluísio Braz, Arlindo F., alvesb, Isabel M. Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal). Architecture Department, Federal University of Paraíba, C.P. 350, CEP 58.051-900. 2011

[2] COAMBIENTE S.A. Gestio integral de escombros - Anteproyecto para la gestion integral de los rc&d en el distrito capital–Bogotá. 2009

[3] GUARÍN, N., MONTENEGRO, L., WALTEROS, L., REYES, S.,. Estudio comparativo en la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil y Colombia.

[4] COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 2981 (20 de diciembre de 2013). Por el cual se reglamenta la prestacion de servicio publico de aseo.

[5] Ambientum. Reciclaje de escombros. Suelos y Residuos. Edición marzo 2003

[6] ROMERO Emilio,. Residuos De Construcción y Demolición. Master Ingeniería Ambiental 2006-07.

[7] Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP).. Gestión de R.C.D En Contextos Urbanos y Oportunidades. noviembre 20 de 2009.

[8] SÁNCHEZ, Rossana. Guía del Manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Trabajo de pregrado arquitectura. Venezuela 2008

[9] CEMPRES (Uruguay). Manual de Gestión Integral - Capítulo V - Tratamientos. Parte 3 .05 - Reciclaje de otros Componentes: Escombros.

[10] International Solid Waste Association (ISWA). Industry as partner for sustainable development, First published in the United Kingdom in 2002.

[11] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Del Área Metropolitana De Bucaramanga, Diagnostico Técnico Y Operativo.

[12] Asamble Departamental de Santander. Ordenanza N° 013 del 23 de Abril de 2012. Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo de Santander, 2012-2015

[13] Corporación autonoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Registros de control Botadero de Tierra El Parque. Proyecto fase II escombrera el parque. Abril de 2013.

[14] Corporación autonoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Registros de control Botadero de Tierra El Parque. Proyecto fase II escombrera el parque. 2011

[15] COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Criterios generales para la construcción y operación de escombreras. ISBM Vol. 95895866-6.

[16] Área Metropolitana de Bucaramanga, Plan de Ordenamiento Territorial Área Metropolitana de Bucaramanga, herencia de todos, Bucaramanga, 2010.

[17] ACOSTA, Mónica. Propuesta para la implementacion de planta detratamiento de residuos de construccion en el area metropolitana de bucaramanga. Monografía Especialista en Gerencia e Interventoría de obras civiles. Bucaramanga. Universidad pontificia Bolivariana. Escuela de Ingenierías y Administración. Facultad de ingeniería civil. 2010

[18] kontrolgrun. Modelo de zarandas portatiles  
<http://www.kontrolgrun.com/index.php/zarandas/pvg-120c-3>.

## BIBLIOGRAFIA

ALUÍSIO BRAZ, Arlindo F., ALVESB, Isabel M. Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal). Architecture Department, Federal University of Paraíba, C.P. 350, CEP 58.051-900. 2011

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Criterios generales para la construcción y operación de escombreras. ISBM Vol. 95895866-6.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. SOSTENIBLE. Resolución 541 (14 de diciembre 1994). Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

DA ROCHA. C. SATTTLER, M. Una discusión sobre la reutilización de los componentes de la construcción en Brasil: Un análisis de los principales factores sociales, económicos y jurídicos. Resources, Conservation and Recycling. Volume 54, Issue 2, December 2009, Pages 104–112.

Serrano M.F. y Pérez D. Propuesta de un programa de gestión integral de escombros. Simposio I Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Barranquilla, 24 y 25 de septiembre de 2009

## ANEXOS

### ANEXO A. Formato para la realización de la caracterización de los RCD

**FORMATO DE CARACTERIZACION DE LOS RCD DEL BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE**

Realizo por : \_\_\_\_\_  
 Día : \_\_\_\_\_  
 Jornada : \_\_\_\_\_

		1				2				3			
Tipo de vehículo													
Hora de ingreso													
Lugar de proveniencia													
Volumen de carga													
Tipo de material													
Tipo de residuo		%		observaciones		%		observaciones		%		observaciones	
asfalto													
madera													
hierro y acero													
cables													
Cartón y/o papel													
Tubos PVC													
Plásticos													
metales mezclados													
vidrio													
Telas (trapos, gasas, fibras)													
Isopor													
Aridos													
pedras													
Concreto solidificado													
Ladrillos													
tejas													
materiales ceramicos													
Peligrosos													
puertas													
ventanas													

### ANEXO B. Formato para la toma de vehículos que ingresan por parte de la administracion de la escombrera

Recibo NO. 030360

Km. 4 autopista Bucaramanga - Girón  
Teléfonos: 6579528  
Bucaramanga - Santander

DIA 14 MES 4 AÑO 14

CONTRATISTA: Particulares

PLACAS	CONDUCTOR	NÚMERO DE VIAJES	TOTAL VIAJES	m3 VOLQUETE	TOTAL m3	TARIFA	TOTAL	PROCEDENCIA
UG1864	Robinson	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	6	6				Sta Tomas
HK1204	Miguel	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	6	6				Villabell
XLF837	Estevan	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	1				La Casita
TQP422	Javier	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	5	5				B/a
FLI272	Javier	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	1				B/a
BUTAZA	Nayr	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	1				B/a
XH3360	Eli bato	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	1				Rodas
XLF160	Jhan	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	7	7				Ejercito
CTV443	Jorge	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	6	6				B/a
CWD679	Cesa	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	1				UNI. Centro
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						